www.radio.ru

7•2006



АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

УМЗЧ С МАЛЫМИ ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫМИ...

- Цифровые телевизионные демодуляторы
- Разветвитель сигналов УКВ
- АС для ноутбука
- Пускорегулирующий аппарат для двух ЛБ40

...и еще 29 конструкций

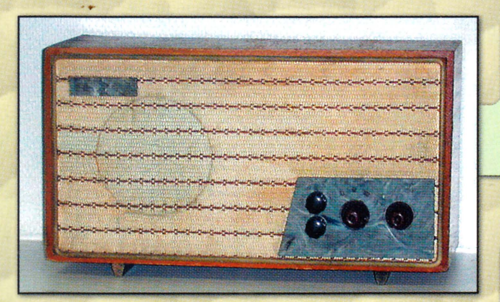
7
2006

ISSN-0033-765X

Материал предоставил В. Брусникин

Трехпрограммные трансляционные громкоговорители

С середины 60-х годов в нашей стране начато развертывание системы передачи трех программ в проводных сетях вещания. Первая программа транслировалась, как и прежде, непосредственно на звуковых частотах. Две другие — с использованием амплитудной модуляции (несущие частоты — 78 и 120 кГц соответственно). Для приема дополнительных программ промышленностью выпускались приставки к обычным абонентским радиоточкам или трехпрограммные радиотрансляционные громкоговорители. Таким аппаратам, многие из которых функционируют по сей день, посвящена эта страница.



Один из первых образцов трехпрограммного абонентского громкоговорителя. Рижский завод "Радиотехника", 1965 год.

«Рига»





«Арфа-301»

Приставка 3-й группы сложности к стандартному абонентскому громкоговорителю для осуществления приема трех программ. 1970-е годы.



Трехпрограммный громкоговоритель 2-й группы сложности. Выпускался в 1980-е годы многими заводами под различными торговыми наименованиями ("Апогей-305", "Эра-204", "Амфитон-204", "Раздан-201").

«Маяк-204»



«Электроника-202»

Трехпрограммный громкоговоритель 2-й группы сложности. Усовершенствованная звуковая головка позволяла добиться лучшего качества звучания. 1990-е годы.



Трехпрограммный громкоговоритель с эффектом панорамного псевдостереофонического звучания и выносными громкоговорителями. 1990-е годы.

«Союз-201»



«Альтаир-305»

Трехпрограммный громкоговоритель с расширенными функциональными возможностями — встроенные цифровые электронные часы, таймер для автоматического включения и отключения. Псевдостерео, выходная мощность — 1 Вт. 1990-е годы.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. УМЗЧ с малыми интермодуляционными искажениями (см. статью на с. 15).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СВОИМИ РУКАМИ
СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТ УКВ РАДИОПРИЕМНИКА
ПРИБОРЫ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ
ЭПРА ДЛЯ ЛБ С ПИТАНИЕМ ОТ АККУМУЛЯТОРА
ИНДИКАТОР НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ

Тираж журнала «Радио» № 6 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 01.06.2006 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 207-31-18. Факс: (495) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (495) 207-08-48
Отдел рекламы — (495) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 207-77-28
Бухгалтерия — (495) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.06.2006 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ООО «ИД Медиа-Пресса», 127137, Москва, ул. «Правды», д. 24, стр. 1. Зак. 61359.

Лучшие публикации 2005 года

Сохраняя добрую традицию, редакция к Дню радио подвела итоги конкурса на лучшие публикации в нашем журнале в 2005 г. Жюри конкурса руководствовалось мнениями читателей и радиолюбителей, высказанными в письмах, сообщениях по электронной почте и на форуме сайта журнала. В числе наиболее интересных публикаций радиолюбители отметили 53 статьи (45 авторов) различных рубрик.

Проанализировав имеющиеся сообщения, жюри вынесло решение — **первое место** не присуждать.

Второе место и денежные призы по 3000 руб. присудить двум авторам — ***С. Комарову*** (г. Москва) за статью **"Ламповый УМЗЧ с трансформаторами ТАН"** (№ 5) и ***С. Кудряшеву*** (г. Саратов) за статью **"Охранная система с оповещением по сотовому каналу"** (№ 6).

Третье место и денежные призы по 2000 руб. присудить также двум авторам — ***Р. Александрову*** (г. Малоярославец Калужской обл.) за статью **"Как соединить сотовый телефон с компьютером"** (№ 1, 2) и ***Д. Турчинскому*** (г. Москва) за статью **"Регулятор скорости для радиоуправляемых автомобилей"** (№ 8).

Авторы пяти публикаций отмечены **поощрительными премиями по 1000 руб.**: ***С. Беленецкий*** (г. Луганск, Украина) — **"Однополосный гетеродинный приемник с большим динамическим диапазоном"**; ***Н. Зызлаев*** (г. Самара) — **"Электронное регулирование сварочного тока"** (№ 10); ***Е. Москатов*** (г. Таганрог Ростовской обл.) — **"Импульсный ИП в спичечной коробке"** (№ 6); ***А. Рубан*** (г. Новосибирск) — **"Электроника в утюге"** (№ 9); ***Б. Хохлов*** (г. Москва) — **"Видеотракт гибридного телевизора DVB-T"** (№ 5).

Всем названным авторам вместе с денежными призами будут вручены ***памятные дипломы журнала "РАДИО"***.

Редакция от имени всего коллектива журнала поздравляет победителей конкурса и желает им дальнейших успехов в творчестве на благо наших многочисленных радиолюбителей!

Редакция сердечно благодарит всех читателей и радиолюбителей, оказавших своим участием активную помощь в определении победителей.

Уважаемые читатели!

Наш конкурс "Лучшая публикация года" не закончился. Он плавно перетекает в следующую фазу — определение лучших публикаций за 2006 год. Год еще не закончился, и вы еще успеете высказать свое мнение, завершить и испытать свою собственную конструкцию. Не ограничивайтесь только пассивным участием и, возможно, при подведении итогов следующего конкурса в числе победителей вы сможете увидеть и свое имя!

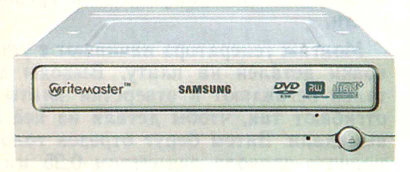
Читайте журнал "РАДИО", делитесь впечатлениями, присылайте свои отзывы и собственные статьи.

Редакция

Это интересно...

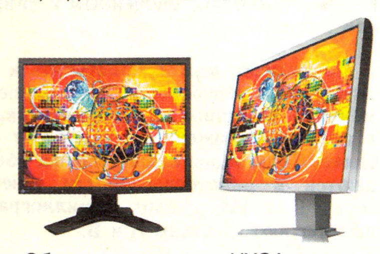
DVD-привод Samsung поставил рекорд скорости записи

Компания Samsung заявила о создании DVD-привода, позволяющего записывать DVD на скорости 18x. На сегодняшний день такая скорость является рекордной для дисков этого формата. Устройство WriteMaster SH-S182D стоимостью около 70 долл. появится в продаже уже в текущем месяце. Привод позволяет записывать диски DVD-R на скорости 18x, DVD-RAM — на 12x, двухслойные DVD и DVD+RW — на 8x, а DVD-RW — на скорости 6x.



Eizo обновил линейку ЖК мониторов

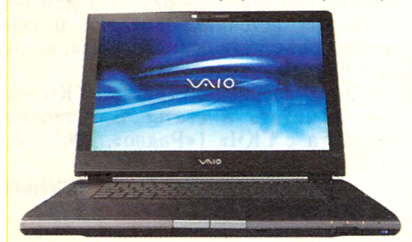
Японская компания Eizo представила два новых ЖК монитора серии FlexScan для персональных компьютеров — 21,3-дюймовый S2100 и 20,1-дюймовый S2000.



Обе новинки имеют UXGA-разрешение 1600 × 1200 пкс. Контрастность изображения составляет 1000:1, яркость — 300 кдм^2. Углы обзора по горизонтали и по вертикали — 178 град.

Sony начинает продажи ноутбуков с приводом Blue-Ray

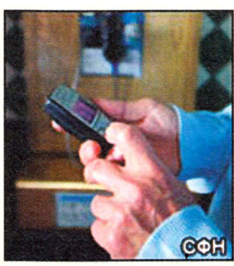
Компания Sony начинает продажи первых ноутбуков с приводом Blue-Ray. Уже сейчас на сайте Sonystyle.com любой желающий может оформить предварительный заказ на модель Vaio AR190G. Стоимость новинки составляет $3499.99.



AR190G работает на базе процессора Intel Core Duo. Экран с диагональю 17 дюймов и видеокарта nVidia Ge Force Go 7600 позволяют смотреть видео с разрешением 1080 пкс. Устройство имеет интегрированный ТВ тюнер и предустановленную операционную систему Windows Media Center Edition. Емкость жесткого диска достигает 200 ГБ.

Мобильники будут заряжать на улице

Оригинальная разработка британской компании BoxBrand позволит заряжать аккумуляторы мобильных телефонов и иных цифровых устройств прямо на городских улицах. Правда, пока новая услуга доступна лишь жителям туманного Альбиона.



Компания BoxBrand представила панацею от разряжающихся аккумуляторов в сотовых телефонах, аудиоплеерах и цифровых фотоаппаратах. Новая разработка компании — аппарат ChargeBox — заставит забыть об этой проблеме, уверяют представители BoxBrand. Устройство планируется устанавливать в общественных местах — аэропортах, на железнодорожных станциях, в кинотеатрах и торговых центрах. С его помощью станет возможным заряжать мобильники от 24 производителей, а также популярные плейеры iPod.

Внешне британская разработка представляет собой ящик, состоящий из ряда ячеек, на каждой из которых написано название устройства и поддерживаемая компания-производитель. Для того чтобы им воспользоваться, достаточно лишь найти соответствующую ячейку, воткнуть штекер и оплатить услугу, отправив SMS или бросив в автомат монету. После этого ячейка закрывается на ключ, а спустя некоторое время пользователь получает заряженное устройство.

Данная услуга стоит около 1,8 долл. за 40 мин подзарядки. Кроме того, планируется запустить WAP-сервис, призванный уведомлять пользователей ChargeBox о местонахождении ближайшего автомата.

Как стало известно, автоматы будут установлены по всей стране, однако пока не вполне ясно, выйдут ли они за пределы Великобритании. Производители ChargeBox рассчитывают установить в этом месяце в Лондоне около 100 подобных автоматов.

По материалам http//www.cnews.ru

Уважаемые читатели!

Мы вновь обращаемся к вам. Во-первых, мы просим читателей журнала "Радио" собрать пять из шести купонов читателя за полугодие и прислать их в редакцию с пометкой на конверте "Купоны". Во-вторых, просим вас вместе с купонами прислать свои предложения по совершенствованию журнала (в свободной форме).

Зачем нам это нужно? Не секрет, что любое издание сильно своими читателями. И "Радио" — не исключение. В своей повседневной работе мы опираемся на ваше, уважаемые читатели, мнение и ваши предложения. Конечно, мы не всегда можем выполнить ваши просьбы, некоторые из них выполнить слишком сложно.

Кстати, эксперимент с сокращением объема публикуемой рекламы пока не дал однозначного ответа. Мнения читателей разделились. Очевидно, что вовсе отказаться от публикации рекламы мы просто не можем. В то же время имеется ряд причин, и ваше мнение в этом ряду не последнее, чтобы часть журналов выпускать в традиционном объеме 64 стр. Конечно, объем технических материалов при этом должен быть стандартным, иными словами, сокращаться должна в основном реклама. Что касается содержания журнала, то мы очень рассчитываем на вашу помощь. Пишите, какая тематика вас интересует, какое оформление вы предпочитаете и т. д. Мы постараемся выполнить ваши пожелания. И, конечно, присылайте статьи. Ведь журнал формируется в основном из ваших статей, уважаемые читатели. Если у вас, ваших друзей и знакомых есть материалы, интересные всем, сообщите нам, становитесь нашими авторами.

Обрабатывая поступающую почту, мы получаем исключительно полезную информацию о распределении постоянных читателей по регионам нашей страны и зарубежья, о динамике этого распределения.

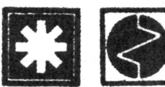
Приславшим лучшие письма с предложениями и купонами мы приготовили пятьдесят призов, среди которых радиоэлектронная аппаратура, фирменные футболки с символикой журнала и, конечно, бесплатные подписки.

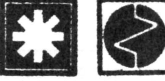
Пишите! Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов переулок, дом 10, стр. 1. Редакция журнала "Радио". Не забудьте сделать пометку "Купоны".

Сделаем наш журнал еще лучше!

Редакция







РЕТРО

ГЕНЕРАТОР БЕЗ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ

Генератор, схема которого изображена на рис. 1, может пригодиться для налаживания узлов ПЧ приемников, проверки электромеханических, пьезокварцевых и других фильтров. Пределы перестройки частоты генератора 430...500 кГц. Выходное напряжение можно плавно изменять от 0 до 1 В (эфф.). Питают генератор от любого стабилизированного источника питания напряжением 9 В.

Этот генератор можно использовать в режиме ГКЧ совместно с осциллографом для наблюдения амплитудно-частотных характеристик фильтров. В этом случае на вход генератора подают пилообразное напряжение от генератора развертки осциллографа.

Основой генератора служит несимметричный мультивибратор на транзисторах V1, V2, частота которого определяется номиналами элементов R8 и C3, а также напряжением на базе транзистора V1. Изменяя это напряжение переменным резистором R1, можно плавно изменять частоту генератора. Узел на транзисторах V3, V4 представляет собой генератор стабильного тока, необходимый для повышения временной стабильности генератора. На выходе генератора имеется эмиттерный повторитель на транзисторе V5. Выходное напряжение можно плавно регулировать переменным резистором R11.

В генераторе использованы транзисторы КТ315Б, но в нем можно применить практически любые высокочастотные кремниевые транзисторы структуры n-p-n (например, КТ312 с любым буквенным индексом). Постоянные резисторы — МТ-0,25, МЛТ-0,25, переменные — СП3-4. Конденсаторы C3 — КМ-6, C4 — КМ-4, остальные — оксидные, К50-6.

Рис. 1. Принципиальная схема генератора

Генератор собран на плате размерами 75×55 мм из стеклотекстолита или другого диэлектрика. Если нет возможности изготовить печатную плату, то можно поступить так. Сначала на бумагу с масштабной сеткой («миллиметровку») переносят в масштабе 1:1 рисунок расположения деталей генератора. Затем из стеклотекстолита вырезают заготовку платы и наклеивают на нее рисунок резиновым клеем. После высыхания клея сверлят отверстия диаметром 1 мм в точках установки выводов деталей. После этого рисунок и остатки клея удаляют. Перед началом монтажа в отверстия, предназначенные для подключения к генератору внешних устройств, запрессовывают отрезки длиной 10 мм медного голого провода диаметром 1 мм, слегка расплющенного плоскогубцами в средней части.

Монтаж генератора начинают с установки деталей на плату. Выводы деталей вставляют в отверстия платы и отгибают так, чтобы детали из неё не выпадали. Затем берут отрезок голого медного провода диаметром 0,25 мм и длиной 10...15 см и облуживают. Один конец провода обматывают двумя-тремя витками вокруг впрессованного в плату монтажного штыря и, нанеся каплю жидкого флюса, пропаивают. Провод ведут к выводу ближайшей по принципиальной схеме детали. Вывод детали разгибают и лишнюю его часть удаляют кусачками так, чтобы выступающая его часть не была короче 1 мм, а деталь с обратной стороны была плотно прижата к плате. Монтажный провод обматывают вокруг выступающей части вывода и пропаивают.

Когда монтаж будет окончен и проверен, плату полезно протереть ватным тампоном, смоченным в спирте или ацетоне.

После этого можно приступить к налаживанию генератора. Движок переменного резистора R1 устанавливают в среднее положение и включают питание. С помощью осциллографа убеждаются в работоспособности генератора. Для этого вход осциллографа подключают к точкам А и Б.

Теперь, изменяя положение движка переменного резистора R1 от одного крайнего положения до другого, снимают зависимость частоты генератора от постоянного напряжения на базе транзистора V1.

Плату генератора помещают в коробку, спаянную из белой жести или пластин фольгированного стеклотекстолита. На передней панели размещают переменные резисторы R1, R3, R11, на задней стенке — разъемы для подключения источника питания и генератора развертки осциллографа, выходной разъем генератора.

Об измерениях с помощью ГКЧ можно прочитать в статье Б. Степанова «Работа с ГКЧ» («Радио», 1980, № 4, с. 51).

Г. ШУЛЬГИН

г. Москва

РАДИО № 4, 1983 г.

1983, № 4, с. 48

Активный разветвитель теле- и радиосигналов УКВ

С. ФЕДОРЕНКО, г. Шахты Ростовской обл.

В последние годы стало не редкостью наличие в доме двух телевизоров и радиоприемника УКВ. Для получения хорошего приема всеми ими, особенно в удаленных районах, требуется установка наружной антенны и разводка сигналов от нее к приемникам. Автор публикуемой здесь статьи сделал это через активный разветвитель, о котором и пойдет речь.

Популярность УКВ радиовещания в последние годы резко возросла. Число радиостанций в крупных городах увеличивается с каждым годом. Растет и число телепрограмм на различных поддиапазонах. Любители слушают радиопрограммы не только дома или в транспорте, но и на работе, причем используют в основном встроенные (часто телескопические) антенны, благодаря тому что ретрансляторы вещания находятся не очень далеко, в зоне видимости. К сожалению, до небольших городов сигналы доходят значительно ослабленными, и, используя комнатную антенну, не удается получить хорошее качество приема сигналов даже одной станции.

Выходом из указанной ситуации может быть размещение на крыше высокого дома (более пяти этажей) наружной антенны, которой с успехом может служить установленная ранее телевизионная антенна. Это позволит существенно увеличить число принимаемых радиостанций и обеспечить стабильный прием.

Однако для того чтобы подключить к одной телеантенне и телевизор, и радиоприемник, необходимо использовать разветвитель. Такие устройства могут быть пассивными или активными. Первые очень просты, но сигнал после них ослаблен приблизительно в два раза, что не всегда приемлемо и может ухудшить качество принимаемых телепрограмм. Лучше изготовить активный разветвитель. Такие устройства не вносят затухание в сигнал, а даже усиливают, что позволяет подключить не только радиоприемник, но и два телевизора. Подобная сиутация уже часто встречается в наше время.

Схема одного из вариантов активного разветвителя изображена на **рис. 1**. Он представляет собой три простых идентичных усилителя, выполненных на транзисторах VT1—VT3. Рассмотрим, например, работу элементов каскада на транзисторе VT2. Резистор R4 стабилизирует режим работы транзистора по постоянному току. Катушка L2 обеспечивает большее усиление каскада на высоких частотах. Резистор R7 улучшает температурную стабильность, а также снижает избыточное усиление, что повышает устойчивость усилителя. Входной и выходной подстроечные конденсаторы C2 и C7 позволяют довольно точно согласовать выход усилителя с нагрузкой и вход с фидером. Каскад на транзисторе VT3 отличается от описанного тем, что полоса пропускания его ограничена на входе катушкой L4, а на выходе — конденсатором C11.

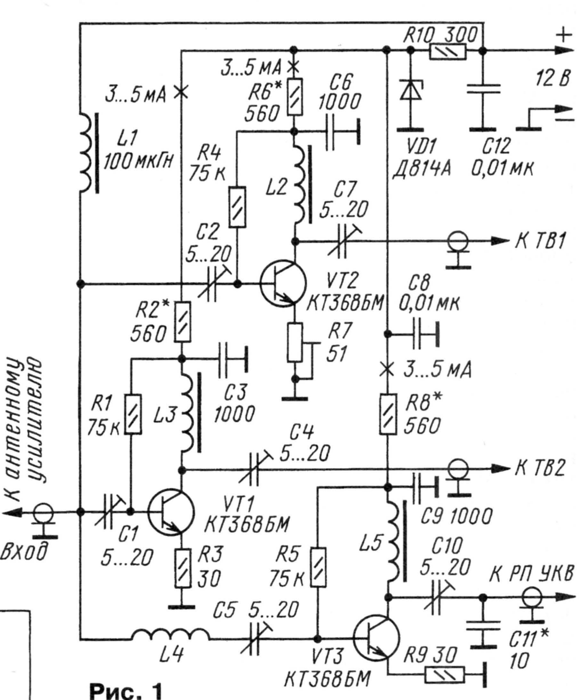


Рис. 1

Через дроссель L1 напряжение питания поступает по кабелю на антенный усилитель, если он есть (иначе дроссель необходимо исключить). Питается устройство постоянным напряжением 12 В через параметрический стабилизатор R10VD1, благодаря которому коллекторные токи транзисторов, от которых зависит уровень шумов каскадов, остаются неизменными.

Печатную плату устройства изготавливают из двусторонне фольгированного текстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертеж печатных проводников и расположение деталей на плате показаны на **рис. 2**. Со стороны деталей фольгу оставляют и подключают к общему проводу другой. Транзисторы вставле-

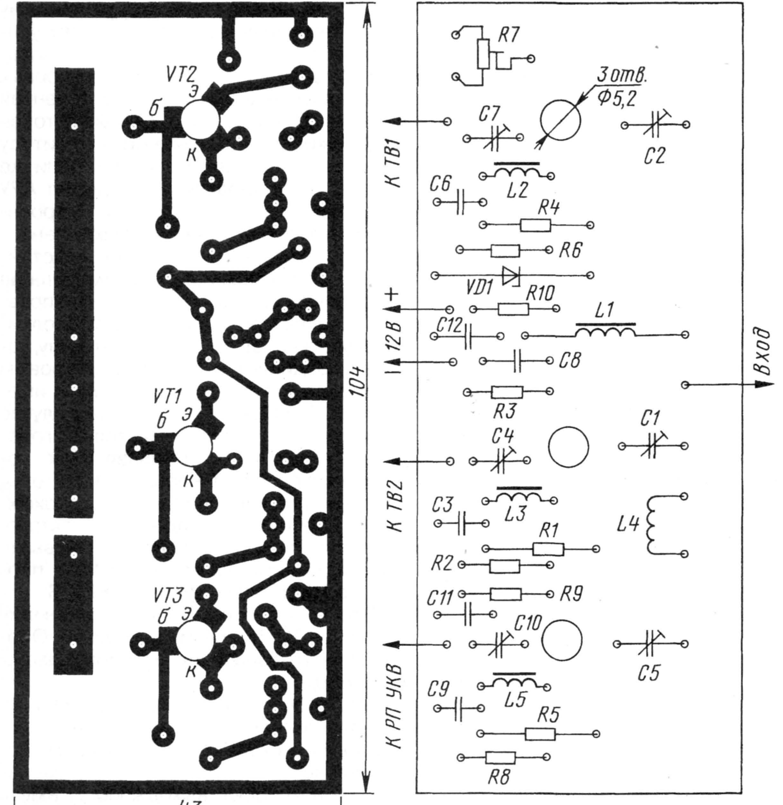


Рис. 2

ны со стороны проводников в отверстия, просверленные в плате, а выводы припаяны к нужным монтажным площадкам.

Экранирующий корпус устройства изготавливают из листов меди или жести толщиной 0,2...0,4 мм. Плату припаивают в нескольких точках общего провода к корпусу, в боковых стенках которого закреплены входные и выходные розетки. Посеребренным проводом они соединены с требуемыми точками печатных проводников. Все наружные соединения, за исключением проводов питания, выполнены стандартным коаксиальным кабелем.

В устройстве применены резисторы МЛТ, конденсаторы КМ, КД, КПК-МН. В нем можно использовать транзисторы КТ368А, КТ3115А2, КТ371А и др. Дроссель L1 — ДМ-0,1-100. Катушки L2, L3, L5 выполнены на магнитопроводах из феррита марок 10ВНП или 20ВНП и имеют по 4 витка, намотанных проводом ПЭЛ 0,2. Катушка L4 — бескаркасная, намотана тем же проводом диаметром 0,8 мм на оправке диаметром 5 мм с шагом 0,5 мм и содержит 3 витка.

Так как радиолюбители чаще всего не обладают необходимыми приборами, налаживание устройства проводят субъективно. Сначала нужно найти в справочнике значение коллекторного тока используемого транзистора, при котором коэффициент шума минимален. Затем устанавливают это значение для транзистора VT1 подбором резистора R2. Далее, подключив ко входу антенну, а к выходу телевизор, подстройкой конденсаторов С1 и С4 добиваются наилучшего качества изображения на всех каналах. После этого необходимо сравнить качество сигнала с устройством и без него. Аналогично налаживают каскад на транзисторе VT2 подбором резистора R6, подстройкой конденсаторов С2 и С7в среднем положении движка резистора R7. В последнюю очередь налаживают каскад на транзисторе VT3 для радиоприемника подбором резистора R8 и подстройкой конденсаторов С5 и С10, ориентируясь на качество приема.

Готовое устройство закрывают крышками и размещают возле телевизора ТВ2. Длина кабеля, соединяющего устройство с телевизором ТВ1, может достигать 15 м. Резистором R7 можно изменять уровень сигнала, проходящего на этот телевизор.

Если радиоприемник не оснащен розеткой для внешней антенны, то это легко исправить. Для этого лучше использовать розетку, которую обычно применяют для подключения питания. Она имеет размыкающиеся при введении штепселя контакты. От встроенной телескопической антенны отпаивают провод, припаивают новый и соединяют с размыкающимся контактом розетки. Отключенный от антенны провод подсоединяют к центральному выводу розетки, а боковой ее вывод соединяют с общим проводом печатной платы. Следовательно, при подсоединении внешней антенны встроенная отключается.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

Цифровые демодуляторы для входного блока цифроаналогового телевизора

Микропроцессор TDA10046HT фирмы PHILIPS

Б. ХОХЛОВ, доктор техн. наук, г. Москва

В статье "Входной блок цифроаналогового телевизора" ("Радио", 2006, № 3—5) был упомянут цифровой демодулятор, входящий в состав блока. В помещаемом здесь материале рассказано о том, какие на сегодняшний день известны цифровые демодуляторы, и кратко описан процессор TDA10046HT фирмы PHILIPS. Микросхемы других фирм будут рассмотрены в последующих статьях.

Цифровой сигнал ПЧ с выхода полосового фильтра ПАВ входного блока через исполнительный узел системы АРУ ПЧ поступает на цифровой демодулятор. В современных телевизорах демодулятор вместе с селектором каналов (тюнером) входит в состав входного блока (Front-end). На выходе демодулятора получается сигнал параллельного или последовательного транспортного потока, кодированного по методу MPEG-2. В телевизорах системы DVB-T используют демодуляторы COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), так как именно этот метод применен при передаче эфирных сигналов по такой системе.

При модуляции COFDM используется сочетание канального кодирования (буква С в аббревиатуре) с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDM). В этом методе последовательный цифровой поток преобразуют в большое число (1705 или 6817) параллельных потоков, каждый из которых передают на отдельной несущей. О других параметрах и режимах метода COFDM можно узнать в [1—4].

Демодуляторы для системы DVB-T выпускают несколько зарубежных фирм: PHILIPS — TDA10046HT, MICRONAS — DRX8872C, DRX3975D и DRX3976, THOMSON — STV0360.

Демодуляторы COFDM выполняют в соответствии со стандартом ETS 300 744. Они содержат АЦП, собственно демодулятор OFDM, блок коррекции ошибок и канальный декодер. В состав декодера входят устройство внутреннего перемежения, декодер Витерби, блок внешнего перемежения и декодер Рида-Соломона. Микросхемы демодуляторов всех фирм обеспечивают режимы модуляции 2k и 8k, виды модуляции QPSK (Quadrature Phase Schift Keing), 16-QAM (Quadrature Amplitude Modulation), 64-QAM, а также относительные значения защитных интервалов (GI) 1/4, 1/8, 1/16 и 1/32. В декодере используются сверточные коды с относительными скоростями 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 и 7/8.

Сигнал ПЧ перед его подачей на вход цифрового демодулятора подвергается понижающему преобразованию, в результате чего центральная частота канала становится близкой к 7 МГц. Обычно такое преобразование выполняет смеситель с гетеродином. Однако вместо них можно использовать АЦП. В основе такого решения лежит принцип субдискретизации. Частоту тактового сигнала выбирают равной разности центральной частоты сигнала первой ПЧ и заданной центральной частоты преобразованного сигнала второй ПЧ. Если центральная частота первой ПЧ равна 35,25 МГц для России, а центральная частота преобразованного сигнала — 7,225 МГц, то частота тактового сигнала — 28,025 МГц.

Микросхемы COFDM-демодуляторов содержат как минимум одну систему АРУ (по сигналу ПЧ), как это сделано, например, в микросхеме DRX8872C. Исполнительную часть этой системы АРУ в виде микросхемы-усилителя ПЧ с регулируемым коэффициентом передачи, например МТ1233, включают между полюсовым фильтром ПАВ и демодулятором. Демодуляторы новых выпусков, например, TDA10046HT фирмы PHILIPS, DRX3975D фирмы MICRONAS и STV0360 фирмы THOMSON, содержат и вторую систему АРУ, обеспечивающую регулировку усилителя ВЧ с заданным пороговым уровнем. Следует напомнить, что в цифровых селекторах каналов имеется встроенная система АРУ ВЧ с задержкой, которая поддерживает постоянной амплитуду сигнала на выходе смесителя. Если же используется управляющий сигнал АРУ ВЧ с цифрового демодулятора, встроенная система АРУ селектора выключена.

Селекторы каналов очень чувствительны к помехам, проходящим по шине I^2C с других блоков. Поэтому для управления селектором используют дополнительную, защищенную от помех шину, которая соединяет селектор с цифровым демодулятором. Линии этой шины именуют SCLT и SDAT. В простейшем случае помехозащита обеспечивается благодаря тому, что дополнительная шина соединена с основной через коммутаторы, которые замыкаются только при прохождении сообщения с адресом селектора. Кратко рассмотрим упомянутый выше цифровой демодулятор COFDM — процессор TDA10046HT фирмы PHILIPS.

Это — однокристальный приемник в корпусе TQFP с 64-мя выводами. Обозначение и назначение выводов указаны в **таблице**.

БИС обеспечивает преобразование сигнала первой или второй ПЧ в транспортный поток MPEG-2. Микросхема содержит четыре порта общего применения. Ее некоторые выходы могут иметь третье высокоимпедансное состояние.

В состав микросхемы, кроме цифровых, входят и аналоговые узлы, такие как

десятиразрядный АЦП, кварцевый генератор и устройство ФАПЧ. Для выделения сигнала использована цифровая фильтрация, позволяющая применить одиночный полюсовой фильтр ПАВ во входном блоке. Тактирование узлов микросхемы обеспечивается либо внешними тактовыми импульсами, либо сигналом от простого внутреннего кварцевого генератора, например, на частоту 16 МГц. В БИС имеется двойная система АРУ, которая позволяет управлять коэффициентами передачи как в канале ПЧ, так и в каскадах ВЧ (с задержкой) селектора каналов.

Микросхема содержит устройство "киллер импульсов", которое уменьшает влияние импульсных помех, создаваемых электрооборудованием дома и транспортом. БИС может выделять информацию о параметрах передачи транспортного потока TS и передавать ее по шине I²C. Это — сведения о типе модуляции, иерархии, относительном защитном интервале, относительной скорости внутреннего кода, режиме передачи (2k или 8k) и о номере кадра в суперкадре.

Рекомендуемый режим использования микросхемы и некоторые параметры следующие:

Напряжение питания цифровых частей и АЦП, В ....3,3±0,3
Напряжение питания ядра, генератора, АЦП и устройства ФАПЧ, В ....1,8±0,15
Верхний уровень входного напряжения VIH, В ....2...5,5
Нижний уровень входного напряжения VIL, В, не более 0,8
Верхний уровень выходного напряжения VOH, В, не менее 2,9
Нижний уровень выходного напряжения VOL, В, не более 0,4
Входная частота для работы системы ФАПЧ, МГц .....0,1...150
Выходная частота для системы ФАПЧ, МГц ....4,3...550
Время старта системы ФАПЧ, мс 0,5
Потребляемый ток генератором и устройством ФАПЧ (1,8 В), мА (типовой) .....0,5...2 (1)
Потребляемый ток аналоговой частью АЦП (3,3 В), мА (типовой) ....32...34 (33)
Потребляемый ток ядром и цифровой частью АЦП, мА (типовой) ......153...195 (174)
Потребляемая мощность, мВт (типовая) ......368...535 (447)
Входная и выходная емкость цифрового входа и выхода, пФ 5

Обозначение	Номер вывода	Назначение, уровень сигнала, пояснение
AGC_TUN	1	Сигнал управления АРУ ВЧ
AGC_IF	2	Сигнал управления АРУ ПЧ
SCL_TUN	3	Открытый выход, нужен внешний резистор
SDA_TUN	4	Эквивалентен SDA, но может переводиться в 3-е состояние. Нужен внешний резистор
VDDI18	5,22,42,50	Напряжение питания ядра
SCL	6	Тактовый сигнал шины I²C
VSS	7,15,24,29, 40,45,52	Выводы ядра и цифровой части, соединенные с общим проводом
SDA	8	Данные шины I²C
CLR	9	Асинхронный вход с активным нижним уровнем. Минимальная длительность — четыре тактовых периода
SADDR	10, 11	Младшие разряды адреса микросхемы
TEST	12	Вывод тестового входа. Соединен с общим проводом
ENSERI	13	Низкий уровень в режиме сканирования
TRST	14	Сброс тестового сигнала
TMS	16	Выбор тестового режима. В нормальном режиме — высокий уровень
TDI	17	Вход тестовых данных
TCK	18	Тактовый сигнал для тестового режима
VDDE33	19,34,47	Напряжение питания цифровой части
TDO	20	Выход тестовых данных
GPIO0—GPIO3	21,23,25,26	Порты общего назначения
S_UNCOR	27	Высокий уровень при неправильном пакете данных
S_PSYNC	28	Высокий уровень при прохождении синхробайта
S_DEN	30	Высокий уровень при правильном пакете данных в последовательной шине
S_OCLK	31	Тактовый сигнал последовательной шины данных
S_DO	32	Выходная последовательная шина данных
UNCOR	33	Высокий уровень при неправильном пакете данных
PSYNC	35	Высокий уровень при прохождении синхробайта
DEN	36	Высокий уровень при правильной работе выходной шины. Выход имеет 3-е состояние
OCLK	37	Тактовый сигнал для параллельной выходной шины
DO0—DO7	38,39,41,43,44,46,48,49	Параллельная выходная шина данных (8 разрядов) транспортного потока
SACLK	51	Тактовый сигнал
VDA18_OSC	53	Напряжение питания генератора
XIN	54	Вход кварцевого генератора
XOUT	55	Выход кварцевого генератора
VSA_OSC	56	Вывод генератора, соединенный с общим проводом
VDA18_PLL	57	Напряжение питания аналоговой части устройства ФАПЧ
VSA_PLL_ADC	58	Вывод АЦП и устройства ФАПЧ, соединенный с общим проводом
VDD18_PLL_ADC	59	Напряжение питания цифровой части АЦП и устройства ФАПЧ
VDA33_ADC	60	Напряжение питания аналоговой части АЦП
VIM	61	Инвертирующий вход АЦП. Возможно соединение с общим проводом
VIP	62	Неинвертирующий вход АЦП. Размах входного сигнала (1 или 2 В) выбирают по шине I²C. Рекомендуется использовать дифференциальное включение. Сигнал подают через конденсаторы
VSA_ADC	63	Аналоговый вывод АЦП, соединенный с общим проводом
VD33_ADC	64	Напряжение питания цифровой части АЦП

Значения потребляемых тока и мощности указаны при параметрах принимаемого сигнала: 8k, 64-QAM, GI=1/32, код 7/8, $f_{дискр}$ = 55 МГц, отношение сигнал/шум 21,6 дБ.

Цоколевка микросхемы, а также значения напряжений питания на ее выводах показаны на **рис. 1**.

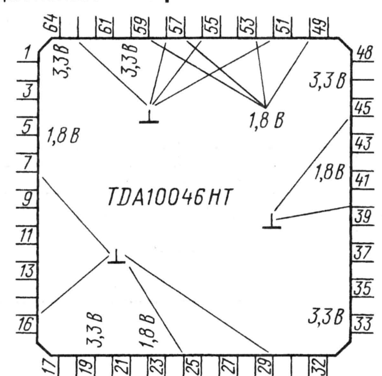


Рис. 1

Структурная схема процессора представлена на **рис. 2**. Его аналоговый узел содержит АЦП, кварцевый генератор и систему ФАПЧ, формирующую тактовые сигналы, подаваемые на АЦП. Ядро цифрового процессора обеспечивает синхронизацию, частотное, временное и кадровое восстановление, позиционирование окна быстрого обратного преобразования Фурье и декодирование сигналов транспортного потока. Цифровой сигнал с АЦП поступает на внутреннее звено блока фронт-энд, где формируются управляющие сигналы АРУ: AGC_TUN, подаваемый на исполнительный узел АРУ ВЧ в селекторе каналов, и AGC_IF, регулирующий коэффициент передачи в канале ПЧ, и обеспечивает восстановление несущих и временное восстановление. После фильтрации и узла цифровой АРУ

тел. 208-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

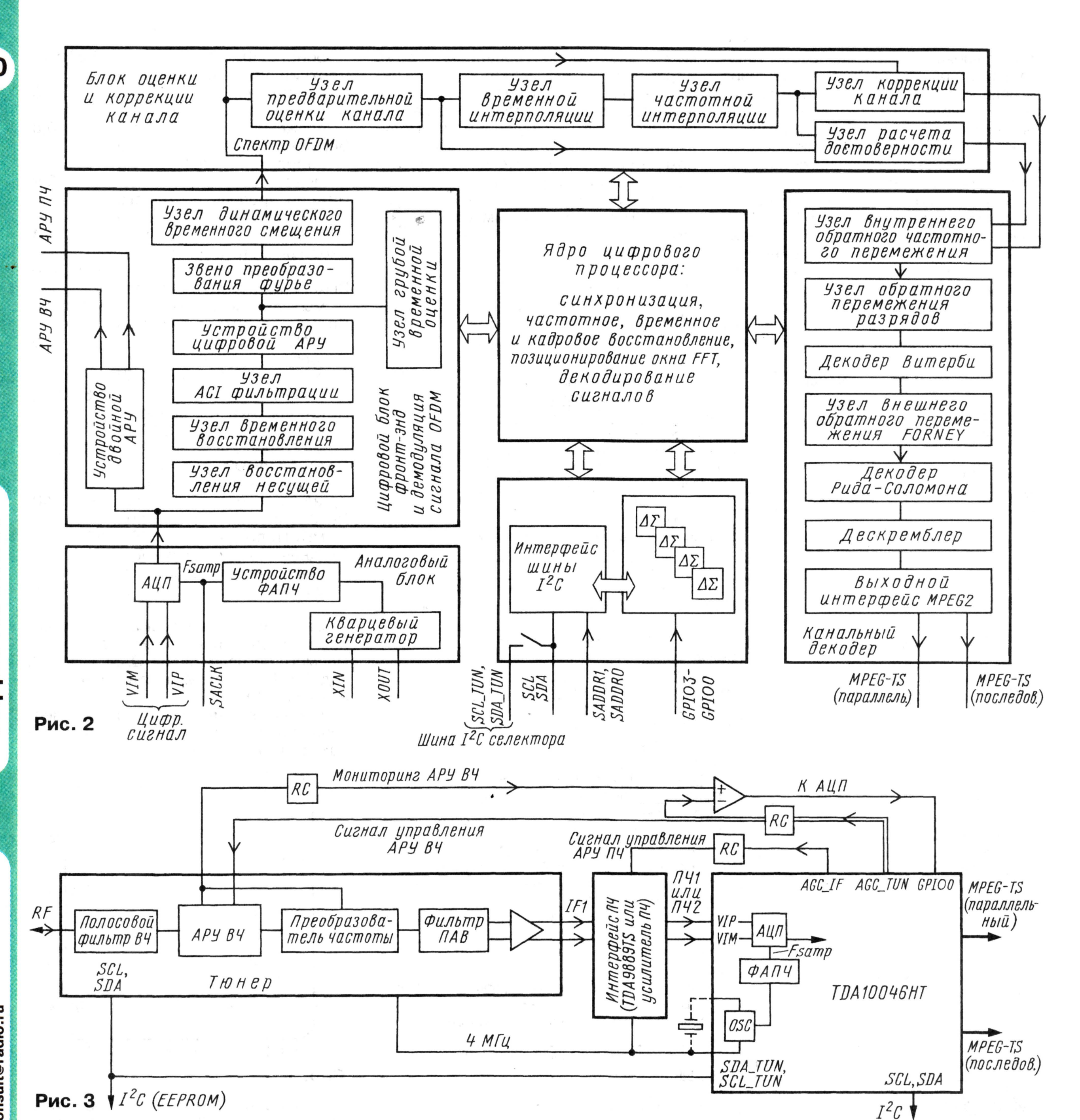


Рис. 2

Рис. 3

сигнал приходит в звено быстрого обратного преобразования Фурье (FFT).

Далее сигнал направляется в блок оценки и коррекции канала (FEC). В нем после предварительной оценки сигнал подвергается временной и частотной интерполяции, корректируется, после чего поступает в блок канального декодера. Здесь сигнал сначала проходит внутреннее обратное частотное перемежение, а затем восстановление и обратное перемежение разрядов. После этого сигнал декодируется в декодере Витерби, в нем обеспечивается обратное внешнее перемежение байтов (Forney) и компенсируются ошибки в декодере Рида-Соломона. И наконец, сигнал дескремблируется и приходит в выходной интерфейс MPEG-2. С его выхода снимается параллельный или последовательный транспортный поток.

На **рис. 3** изображена структурная схема блока фронт-энд с применением микросхемы TDA10046HT. В состав блока входят селектор каналов, содержащий перестраиваемые каскады ВЧ с полосовыми фильтрами, которые настраиваются на выбранный радиоканал и подавляют прием по зеркальному каналу, исполнительный узел АРУ ВЧ, преобразователь частоты и фильтр ПАВ. С выхода фильтра сигнал ПЧ через регулируемый усилитель проходит на цифровой демодулятор.

АЦП, входящий в цифровой демодулятор, преобразует аналоговый сигнал ПЧ в цифровой. При этом дискретизация обеспечивается системой ФАПЧ, содержащей кварцевый генератор, который синхронизируется тактовым сигналом частотой 4 МГц, получаемым с устройства ФАПЧ селектора каналов.

Демодулятор управляется по цифровой шине I^{2}C. Внутри демодулятора сформирована вторая цифровая шина с проводниками SDA_TUN и SCL_TUN, которая управляет селектором каналов.

С выходов демодулятора снимаются сигналы транспортного потока MPEG-TS в параллельном или последовательном виде.

Демодулятор вырабатывает два сигнала, предназначенных для управления исполнительными узлами АРУ: каскадами ВЧ в селекторе (с задержкой) и каналом

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-83-05
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2006

ПЧ. Постоянное напряжение АРУ ВЧ селектора приходит на вход GPIO0 (вывод 21) демодулятора. В нем оно переводится в цифровую форму вторым АЦП. После этого происходит измерение амплитуды ВЧ сигнала. Это, в конце концов, обеспечивает работу петли АРУ в каскадах ВЧ.

Когда амплитуда радиосигнала, поступающего на селектор, мала, работает система АРУ в канале ПЧ. После того как амплитуда входного радиосигнала становится больше заданного порога, начинает работать цепь АРУ, снижающая коэффициент передачи каскадов ВЧ. Это расширяет динамический диапазон тракта, предотвращает перегрузку смесителя и обеспечивает постоянство амплитуды сигнала ПЧ на входе АЦП.

Параметры систем АРУ, в том числе напряжение срабатывания двойной цифровой АРУ, устанавливают по шине I^2C.

Первый понижающий преобразователь частоты в селекторе каналов превращает радиосигнал в сигнал первой ПЧ IF1, обычно со средней частотой 36,15 МГц (35,25 МГц в России). Расскажем чуть подробнее о тракте ПЧ и других основных узлах.

В канал ПЧ входит одиночный (с полосой пропускания 8 МГц) полосовой фильтр ПАВ. Кроме того, в канал включен аналоговый усилитель ПЧ, который может быть собран на транзисторах. Его выходной сигнал направляется на АЦП демодулятора с тактовой частотой 50...55 МГц. Однако вместо транзисторного усилителя ПЧ может быть использована микросхема TDA9889TS — усилитель-преобразователь.

Эта аналоговая микросхема с 16-ю выводами имеет внутренний преобразователь частоты. При этом ПЧ сигнала IF1 преобразуется в IF2 (понижающее преобразование). На ее дифференциальном выходе формируется аналоговый сигнал ПЧ с выбранным значением частоты размахом 2 В. Микросхема имеет фильтр нижних частот и требует внешний тактовый сигнал частотой 4 МГц, подаваемый с селектора каналов.

Микросхема обеспечивает регулируемое усиление до 70 дБ. Ее узел АРУ управляется сигналом демодулятора с использованием RC-фильтра и напряжения питания 3,3 или 5 В.

Программное обеспечение в цифровой процессор загружают либо по шине I^2C, либо из узла внешней памяти EEPROM, соединенного по шине с селектором. Четыре вывода общего назначения (порты) предназначены для внешних управления или контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Хохлов Б.** Система DVB-T и особенности цифрового телевизора. — Радио, 2001, № 4, с. 9—13.

2. **Мамаев Н.** Некоторые важные аспекты цифрового телевизионного вещания. — 625, 2001, № 3, с. 58—63.

3. **Гласман К.** Методы передачи данных в цифровом телевидении. Часть 3. Стандарт цифрового наземного телевидения DVD-T. — 625, 1999, № 9, с. 72—74, 76, 78, 80, 82—85.

4. **Севальнев Л. А.** Эфирное вещание цифровых ТВ программ со сжатием данных. — Телеспутник, 1998, № 10, с. 56—58, 60, 62, 64.

(Окончание следует)

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

Используем "электронику" неисправных видеомагнитофонов

Как "обойти" действие систем управления и авторегулирования

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

Работа неисправного, особенно при выходе из строя ЛПМ, видеомагнитофона почти всегда бывает заблокирована системой самодиагностики. Радиолюбителям попадают такие устройства, которые уже невозможно или нецелесообразно заставить работать по назначению. Как при этом добиться функционирования узлов аппарата для проверки "электроники" при ее ремонте, а тем более с целью использования устройства для других применений, рассказано в помещаемой здесь статье.

В радиолюбительской практике довольно часто возникают задачи, связанные с ремонтом и восстановлением неисправной аппаратуры, в том числе видеозаписывающей, а также с желанием придания ей новых, не предусмотренных производителем качеств и функций для использования в радиолюбительских конструкциях. Где — будет сказано дальше, а сначала — о проблемах. Для решения таких задач необходимо детальное представление о схемотехническом построении и функционировании конкретных аппаратов, причем в первую очередь их систем управления (СУ) и авторегулирования (САР).

СУ и САР выполняют одни из наиболее важных функций практически во всех видах бытовой видеоаппаратуры, в том числе видеомагнитофонах, видеокамерах и проигрывателях различных дисков. Как правило, эти системы построены на основе специализированных микропроцессоров со встроенными постоянными запоминающими устройствами (ПЗУ). Кроме самих микропроцессоров, в СУ обычно входят и постоянные перепрограммируемые запоминающие устройства (ППЗУ), заполнение которых информацией возложено на пользователей. В современной аппаратуре широко используют также специализированные ЗУ, обычно типа FLASH, для занесения информации о сервисных регулировках при производстве и ремонте. Уже довольно давно СУ и САР в аппаратуре записи и воспроизведения изображения и звука выполняют в одной БИС. Однако в видеокамерах СУ и различные системы автоматики камерных частей собирают на отдельных микропроцессорах.

Как правило, информацию об устройстве и работе СУ и САР, пригодную для конкретных аппаратов, практически невозможно получить только из сервисной документации, технической литературы или сети Интернет. Обязательно потребуется этап изучения непосредственно "железа". Однако очень часто проведение различных измерений затруднено из-за невозможности включения требуемых режимов работы, вызванных неисправностями механических или электронных узлов аппаратов. Например, видеомагнитофоны и видеокамеры с демонтированными ЛПМ в основном невозможно перевести в рабочие режимы для проверки работоспособности тюнеров и камерных частей, так как большинство из них оснащены системами самодиагностики неисправностей, блокирующими при дефектах любые команды с панелей управления или пультов ДУ. Невозможность эксплуатации "электроники" видеомагнитофонов с неремонтопригодными ЛПМ, приобретенных на "запчасти", может быть препятствием их применения в радиолюбительской практике.

Так где же их можно использовать? Простые модели видеомагнитофонов могут служить вторыми тюнерами телевизоров при записи передач записывающими видеоплейерами, а более сложные — почти без переделок — головными станциями кабельной сети "квартирного" масштаба в многокомнатных системах. При небольших доработках возможно использование тюнеров видеомагнитофонов в измерительных приемниках для работ по ориентации антенн, выявлению реального частотного распределения, номеров принимаемых каналов и определению ориентировочных уровней сигналов. Об особенностях построения тюнеров видеомагнитофонов и их доработке для названных целей пойдет речь в других статьях.

Но прежде чем использовать, разберемся с тем, как заставить работать неисправный видеомагнитофон. Сделаем это на примере видеомагнитофонов с ЛПМ типа К фирмы MATSUSHITA (марка PANASONIC). Число моделей фирмы с таким механизмом насчитывает не один десяток, и в настоящее время ремонт многих из них из-за дороговизны или дефицитности ряда основных запчастей экономически неоправдан. Поэтому вполне реально в таких случаях приобретение их у владельцев за очень небольшую цену. Чтобы обеспечить функционирование "электроники" таких видеомагнитофонов, необходимо выполнить ряд условий по замещению реальных сигналов датчиков, расположенных на

тел. 208-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Микро-процессор	Число выводов	Модели применения
MN67434VRRV	84	NV-SD10EE/SD11AM/SD30B/EG
MN67434VRSA	84	NV-SD20EE/SD25EE/SD40B/EG
MN67434RSG	84	NV-SD25MK2AM/HD90AM/EE/HD95AM/EE/HD100AM/EC/EE
MN67434VRSF	84	NV-SD1A/EA/BA/SD2AM/SD3EE/SD22EG/EO/SD25B/EG/EO
MN67434VRSJ	84	NV-SD300AM/SD400EU
MN67434VRTA	84	NV-SD407EE/HD600EE
MN6755486H4L	124	NV-SD350AM/SD450EE/EU/HD650AM/EE/NV-HD655AM/HD660EG
MN6755486H4A	124	NV-HD750AM
MN6755320H3W	124	NV-HS800EE
M37774V1BO	100	NV-SD200AM/SD205EU/SD207EE
M37774V1BP	100	NV-SD250A/EA/BA

ЛПМ, эквивалентами для работы микропроцессоров СУ и САР. Несмотря на большое число моделей, есть общие подходы к решению поставленной задачи.

Рассматривать полные схемы СУ и САР этих видеомагнитофонов в журнале затруднительно, поэтому автором была сделана условная классификация наиболее распространенных моделей, направленная на выявление общих черт построения этих систем. Сведения о микропроцессорах СУ и САР в аппаратах PANASONIC из различных источников, в том числе из рабочих записей автора, сведены в **таблицу**.

Для решения поставленной задачи в общем случае не требуется наличие схемы каждой конкретной модели. Вполне достаточно определить используемый микропроцессор, наличие или отсутствие датчика влажности и способ подключения программного переключателя. Наличие датчика влажности легко выяснить при отсутствии ЛПМ или после его демонтажа, включив видеомагнитофон в сеть. Появление на дисплее передней панели буквы d (dew — запотевание БВГ) свидетельствует о наличии датчика влажности. При этом микропроцессор блокирует работу аппарата полностью. Для обеспечения его функционирования следует соединить соответствующий сигнальный вход (в документации — DEW SNS, DEW DT микропроцессора с общим проводом. При числе выводов 84 микропроцессора (фирмы MATSUSHITA) — это вывод 7, при числе 124 (этой же фирмы) — 99, а при 100 (фирмы MITSUBISHI) — 88.

Необязательно соединять непосредственно вывод микропроцессора с общим проводом, можно установить перемычку между контактами разъема, к которому подключают датчик влажности. Разъем обычно расположен на главной плате аппарата. Маркировка разъема зависит от модели: в NV-SD20 — P6003, в NV-HD90/95/100 — P6002 и т. д. Однако в некоторых моделях разъем находится на платах привода двигателей (MOTOR DRIVE & SUB AUDIO PACK), например, в моделях NV-SD300/400 — это разъем P6003 этой платы. Отсутствие буквы d на дисплее свидетельствует и об отсутствии датчика влажности в конкретной модели аппарата, причем соответствующий вывод микропроцессора изначально соединен с общим проводом. Поэтому никаких действий по этому поводу предпринимать не нужно.

Во всех моделях с механизмом К фирмы MATSUSHITA применен программный переключатель VSS0365 собственного производства. Он установлен на обратной стороне шасси ЛПМ и соединен с СУ и САР через специальные пружинные разъемы, расположенные в зависимости от модели либо непосредственно на главной плате, либо на переходных платах механизма. Включение видеомагнитофонов без программного переключателя приводит к невозможности работы электронных блоков. Через 5...10 с включенный в рабочий режим аппарат системой самодиагностики неисправностей переводится в дежурный режим. Чтобы обеспечить дальнейшую работу "электроники", необходимо подать на определенные выводы микропроцессора управляющие напряжения, соответствующие режиму исходного состояния ЛПМ (отсутствие кассеты, верхнее положение кассетоприемника).

Наиболее простой способ достижения цели можно реализовать в моделях, в которых ответная часть разъема для подключения программного переключателя установлена непосредственно на главной плате (модели NV-SD205/207/300/350/400/450/600/650/750 и др.). Для выполнения задачи демонтируют программный переключатель, устанавливают его поворотный диск в исходное положение, подключают переключатель к соединительному разъему на главной плате и фиксируют его на ней липкой лентой или другим способом.

Указанные действия позволят эксплуатировать "электронику" аппарата автономно (без ЛПМ). При этом обеспечиваются работа тюнера, его настройка и запоминание каналов, функционирование электронных часов и работа каналов изображения и звука в режиме транзита сигналов со входов на выходы, в том числе высокочастотных с модулятора. Аппарат при этом реагирует на все команды пульта ДУ и панели управления.

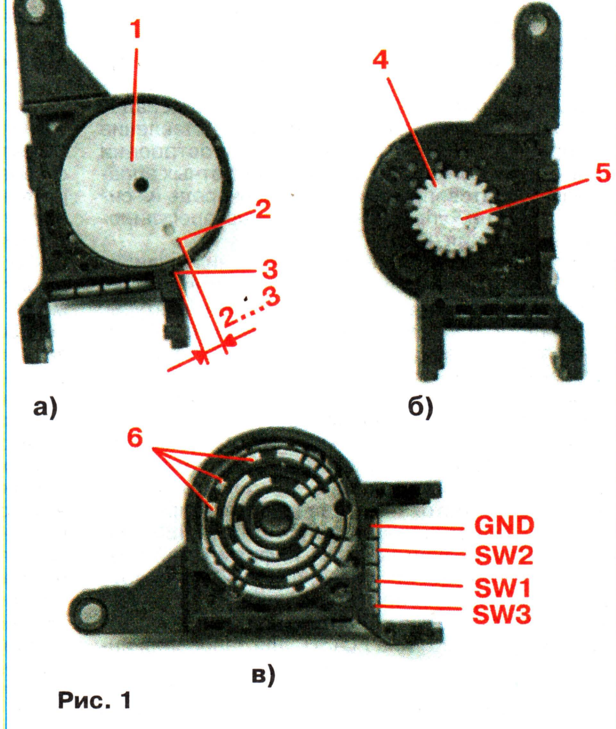


Рис. 1

Устройство программного переключателя VSS0365 показано на **рис. 1**. Цифрами на нем помечены: 1 — большой поворотный диск; 2 — идентификационная стрелка; 3 — корпус программного переключателя; 4 — приводная шестерня; 5 — малый поворотный диск; 6 — контактные ламели.

Положение большого поворотного диска 1, соответствующее верхнему состоянию кассетоприемника, представлено на рис. 1,а. Расстояние от идентификационной стрелки 2 на диске до кромки корпуса 3 должно быть равно 2...3 мм. Для уверенной идентификации исходного положения поворотного диска следует проверить, обеспечено ли соединение выводов SW1—SW3 с общим выводом GND программного переключателя, указанных на рис. 1,в. Устанавливают программный переключатель на главную плату в положении, показанном на рис. 1,б.

Для моделей, в которых разъем для подключения программного переключателя установлен на плате механизма (MECHANISM CONNECTION C.B.A), решение задачи рассмотренным способом неудобно по конструктивным соображениям, так как необходимо наличие самой платы механизма и соединительного кабеля. К таким моделям относятся NV-SD10/11/20/25/30/40/HD90/95/100/700/HS800/HS1000/AG4700 и др. Для обеспечения работы их "электроники" необходимо соединить соответствующие выводы микропроцессоров СУ и САР с общим проводом. Во всех моделях PANASONIC искомые выводы микропроцессоров имеют одинаковые обозначения POS

РАДИО № 7, 2006
Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

(POSITION) SW1, POS SW2, POS SW3. В корпусах с числом выводов 84 (фирмы MATSUSHITA) — это выводы 4, 3, 2; с числом выводов 124 (той же фирмы) — выводы 115, 116, 117; а с числом 100 (фирмы MITSUBISHI) — выводы 34, 33, 32 соответственно.

Следует сказать и о ремонте таких аппаратов. Значительное число неисправностей аппаратуры видеозаписи вообще, и в частности видеомагнитофонов с механизмом K (не только марки PANASONIC), представляет собой следствие поломки или износа деталей и узлов самого механизма. Особенности поиска его неисправностей, замены деталей и процедуры сборки и разборки, по возможности, будут рассмотрены в других статьях.

Наиболее эффективно проведение ремонтно-диагностических работ только при наличии сервисных руководств на конкретные модели или хотя бы функциональных и принципиальных схем на них. В настоящее время получение таких схем в бумажном виде или на CD-ROM радиолюбителями практически на все перечисленные модели вполне реально, например, почтой через фирмы, оказывающие такие услуги, а также через Интернет.

Здесь рассмотрим наиболее характерные моменты, связанные с ремонтом или восстановлением видеомагнитофонов PANASONIC с механизмом K. Ориентироваться будем по упрощенной схеме, представленной на **рис. 2**, на которой указано расположение выводов микропроцессора СУ и САР фирмы MATSUSHITA в корпусе с 84-мя выводами, причем размещение выводов оставлено такое же, как в реальной схеме одной из моделей. Схемотехническое построение СУ и САР различных моделей, конечно, неодинаково. Однако есть очень много совпадений, в том числе касающихся назначения большинства выводов микропроцессоров.

Вывод	Левая сторона	Правая сторона	Вывод
6	NORMAL Ⓗ	VIDEO HEAD SW	60
	SERVICE Ⓜ	HEAD ANP SW	12
	TEST Ⓛ	ROTARY SW	10
	(AUTO TRACKING OFF)	ARTIFICIAL. V	14
9	ENVE. SELECT	TRICK PLAY Ⓛ	79
23	CAP ERROR	VIDEO E-E Ⓛ	78
62	CAP REVERSE Ⓗ	A. MUTE Ⓗ	71
	STOP Ⓜ	A. EE Ⓗ	73
	FORWARD Ⓛ	D. A. REC Ⓗ	67
80	POWER OFF Ⓗ	REC Ⓗ	69
28	FG2	VTR Ⓛ/TV Ⓗ	47
27	FG1	D. REC Ⓗ	66
20	LP Ⓗ/SP Ⓛ	RESET Ⓛ	84
48	LP Ⓛ	SERIAL CLK	63
70	NTSC Ⓛ	SERIAL DATA	64
41	PB. CTL	REC SELECT	53
31	CTL (–) CLUMP	SERIAL CLK SELECT	46
32	CTL (+) CLUMP		
76	FF. REW Ⓛ	POSITION SW 1	2
72	REV Ⓗ	POSITION SW 2	3
15	SLOW TR. MM	POSITION SW 3	4
44	CYL PG MM	TAKE UP PHOTO	17
43	CYL PFG	SUPPLY PHOTO	18
24	CYL ET.	TAPE SENSOR LED	54
25	AUTO TRACKING	S. REEL PULSE	5
	ENV.	T. REEL PULSE	19
26	VSS	LOADING Ⓗ	59
11	5V (D)	UN LOADING Ⓗ	58
22	5V (DAC)	S. TAB Ⓛ	1
42	5V (A)	CTL HEAD (–)	34
16	SLOW TRACKING	CTL HEAD (+)	35
	REF (REG 2,5V)	DEW DT Ⓗ	7

Рис. 2

На рис. 2 возле каждого вывода микропроцессора IC6001 указано его сокращенное название, рядом с некоторыми из выводов буквами L, H, M в кружках обозначено, при каком значении напряжения реализуется режим: L = 0 В, H = +5 В, M = +2,5 В. Осциллограммы сигналов на некоторых выводах при работе в режиме записи представлены на **рис. 3**. Рассмотрим (см. рис. 2) более подробно назначение других (о некоторых уже было сказано) выводов по очереди (слева — сверху вниз, справа — снизу вверх). Это позволит облегчить проведение диагностики неисправностей в СУ и САР при отсутствии документации на конкретные модели.

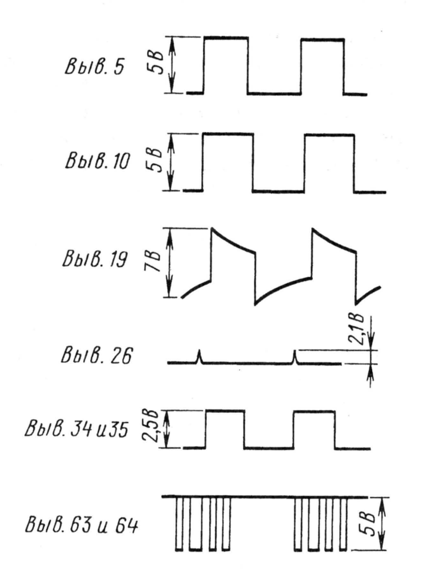


Рис. 3

Вывод 6. При низком уровне напряжения на нем блокируется работа системы автотрекинга. Это необходимо при регулировке положения головки управления и звука для обеспечения совместимости записей, сделанных на различных аппаратах. Особенно важна такая регулировка для стереофонических моделей. Методика ее проведения была описана ранее в статьях автора.

Вывод 9. Вход служит для подачи усиленного ЧМ сигнала яркости с выхода предварительного усилителя воспроизведения. Сигнал используется для формирования кадровых синхроимпульсов, необходимых при работе САР.

Вывод 23. С него снимается выходной сигнал САР ведущего вала. От значения напряжения на этом выводе зависит скорость протяжки ленты.

Вывод 62. На нем формируется сигнал управления реверсом и остановкой ведущего двигателя (REVERSE/FORWARD, STOP).

Вывод 80. Сигнал с этого вывода переключает импульсный источник питания либо в дежурный, либо в рабочий режим (POWER OFF). Перевести источник питания в рабочий режим можно вручную, отключив вывод от проводника печатной платы.

Выводы 27, 28. Их используют для подачи сигналов ОС с датчиков скорости ведущего двигателя на САР. При отсутствии сигналов в рабочих режимах система самодиагностики выключает аппарат.

Выводы 20, 48. Сигналы управления, снимаемые с них, поступают в канал изображения в режиме замедленного воспроизведения LP.

Вывод 70. Через него проходит сигнал управления в канал изображения при работе в стандарте 525/60 (NTSC).

Выводы 31, 32, 41. Они представляют собой входы и выходы усилителя воспроизведения канала головки управления.

Выводы 72, 76. На них возникают служебные управляющие сигналы для переключения режимов внешних узлов системы управления: FF REW — быстрая перемотка назад, REV — обратный ускоренный просмотр.

Выводы 15, 44. К ним подключают времязадающие цепи одновибраторов САР.

Вывод 43. Вход служит для подачи сигналов ОС с датчиков скорости и положения двигателя БВГ. При отсутствии этих сигналов или при заклинивании БВГ система самодиагностики блокирует работу видеомагнитофона.

Вывод 24. На нем формируется сигнал управления САР БВГ. От значения напряжения в этой цепи зависит скорость вращения БВГ. При номинальной скорости 1500 мин$^{-1}$ это напряжение примерно равно 2,6 В.

Вывод 25. На вход подают продетектированный ЧМ сигнал яркости для работы системы автотрекинга.

Вывод 26. Он представляет собой вход для считывания сигналов временного кода (см. рис. 3), используемого для поиска заданных точек остановки ленты в режимах перемотки.

Выводы 34, 35. Они служат для подключения головки управления. Осциллограмма сигналов на этих выводах, подаваемых на головку в режиме записи, показана на рис. 3.

Выводы 58, 59. На них формируются напряжения, подаваемые на микросхему управления двигателем заправки. Высокое напряжение на выводе 59 и низкое на 58 соответствует режиму загрузки кассеты и заправки ленты. И наоборот, низкий уровень на выводе 59 и высокий на 58 — режиму выгрузки кассеты и расправки ленты.

Выводы 5, 19. На них поданы сигналы (см. рис. 3) с датчиков вращения подающего (S.REEL) и приемного (T.REEL) подкатушников. При их отсутствии или торможении ленты в кассете в рабочих режимах система самодиагностики блокирует работу аппарата.

Вывод 54. С него снимается сигнал управления для включения центрального диода ИК излучения системы идентификации кассеты.

Выводы 17, 18. Они представляют собой входы для подачи сигналов от фототранзисторов системы идентификации кассеты. При внешней засветке, особенно при работе со снятым кожухом, нередки отказы выполнения команд или самопроизвольные включения различных режимов.

Для проведения ремонтно-диагностических работ необходимо перекрывать поступление света на обе боковины кассетоприемника, например, футлярами от кассет.

Выводы 2—4. К ним подключают программный переключатель VSS0365. При эксплуатации видеомагнитофонов качество контактных соединений ухудшается, что вызывает сбои при выполнении различных команд. Одним из первых признаков износа можно назвать нечеткую выгрузку кассеты (она выгружается и сразу снова загружается).

Хотя примененный программный переключатель неразборный, его нетрудно отремонтировать. Работы проводят, ориентируясь на рис. 1, в следующем порядке. Сначала сверлом диаметром 6...9 мм вручную удаляют фаску крепежной оси малого поворотного диска 5. Затем снимают приводную шестерню 4 и большой поворотный диск 1. Далее очищают контактные ламели 6 от загрязнений тампоном, смоченным каким-нибудь органическим растворителем. При сильном загрязнении используют полировочную пасту. Подвижные ламели на внутренней стороне большого поворотного диска 1 для обеспечения надежного контакта можно немного подогнуть по высоте на 1...1,5 мм. На контактные ламели 6 наносят небольшое количество очищенного (медицинского) вазелина. После этого устанавливают большой поворотный диск 1 и приводную шестерню 4 на место. И наконец, паяльником с конусообразным жалом через прокладку из фторопласта расплавляют торец крепежной оси малого поворотного диска 5.

Выводы 63, 64. К ним подключены цепи последовательного интерфейса для связи с внешней FLASH-памятью, микропроцессором таймерной секции и другими цифровыми устройствами аппарата. При отсутствии сигналов на этих выводах (см. рис. 3) или существенном изменении их параметров видеомагнитофон полностью неработоспособен.

Вывод 84. На нем формируется сигнал сброса. После подачи питания на микропроцессор напряжение в этой цепи быстро увеличивается до +5 В.

Вывод 10. С него импульсы переключения формы "меандр" (см. рис. 3) с частотой следования 25 Гц (PAL/SECAM) поступают в канал изображения видеомагнитофона.

Вывод 12. Сигнал с него служит для переключения предварительных усилителей режимов SP/LP.

Вывод 60. Представляет собой выход сигнала переключения видеоголовок, который поступает в блок предварительных усилителей (PRE AMPL). Этот сигнал используют для синхронизации осциллографов при регулировке и ремонте видеомагнитофонов.

На остальных выводах микропроцессора, показанных на рис. 2, вырабатываются в основном сигналы управления различными узлами видеомагнитофона.

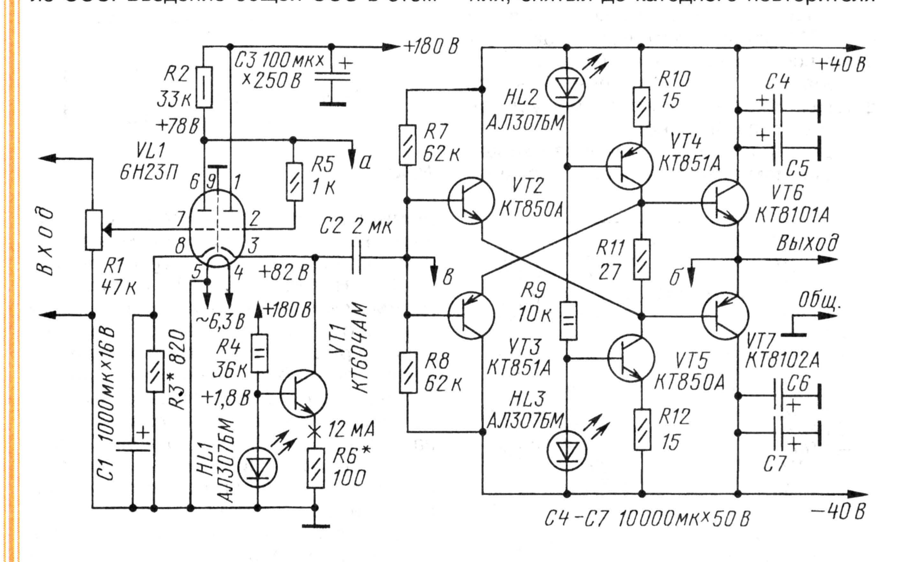
Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

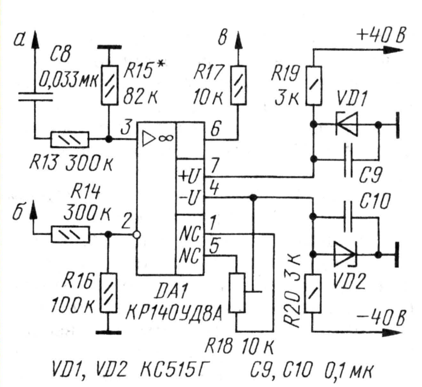
Усовершенствованный гибридный усилитель

С. ЛАЧИНЯН, пос. Энергетик Алматинской обл., Казахстан

Автор улучшил стабильность режима транзисторного каскада и уменьшил выходное сопротивление гибридного усилителя, описанного в "Радио", 2001, № 4, с. 13—15; № 5, с. 12, 13. Это достигнуто включением ОУ в петлю обратной связи выходного каскада по постоянному току. По переменному току ОУ корректирует нелинейность каскадов усиления тока с обратной связью по вычитанию искажений.

Радиолюбители, изготовившие гибридный усилитель (см. статью автора в "Радио", 2001, № 4, 5), отмечали ряд недостатков, обусловленных довольно высоким выходным сопротивлением усилителя и наличием на выходе постоянного напряжения. Эти особенности связаны с отсутствием в усилителе ООС. Введение общей ООС в этом усилителе устраняет подобные недостатки, но снижает, по мнению аудиофилов, качество звуковоспроизведения. Сравнительно просто решить эту проблему при незначительном снижении качества звучания можно, применив компенсирующий "параллельный" канал с операционным усилителем, действующий преимущественно в области частот ниже 200 Гц.





Рассмотрим работу "параллельного канала" применительно к базовой схеме усилителя на **рисунке**.

Принцип его действия достаточно прост. На входы ОУ микросхемы DA1 одновременно поступают два синфазных сигнала: на неинвертирующий вход — с выхода каскада усилителя напряжения, снятый до катодного повторителя непосредственно с анода левого по схеме триода VL1, а на инвертирующий — с выхода транзисторного каскада усиления тока, с эмиттеров VT6, VT7. В случае равенства этих сигналов, когда катодный повторитель и транзисторный усилитель не вносят искажений, сигналы на входе ОУ синфазны и равны, и на выходе ОУ (вывод 6) сигнал практически отсутствует. В случае различия сигналов, вызванного реальной нагрузочной способностью катодного повторителя или искажениями в транзисторах усилителя, появляется компенсирующий сигнал, который с выхода микросхемы через резистор R17 поступает на вход транзисторного усилителя тока и суммируется с сигналом от катодного повторителя. Так сигнал рассогласования компенсирует погрешности и искажения катодного повторителя и транзисторного усилителя тока. При этом цепь R17C2 служит фильтром НЧ, снижающим влияние ОУ DA1 на сигналы в области средних и высоких частот. По постоянному току оконечный каскад охвачен глубокой ООС (из-за разделительных конденсаторов), что гарантирует стабильность нулевого уровня выходного

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 208-83-05
РАДИО № 7, 2006

напряжения, и, как следствие, при включении нагрузки можно отказаться от "плавающего нуля" выпрямителя, включая нагрузку на заземленный провод средней точки питания.

В результате применения "параллельного канала" удается снизить выходное сопротивление усилителя от 0,3...0,5 Ом до сотых долей ома. значительно снизить нелинейные искажения, одновременно уменьшив требования к подбору пар оконечных транзисторов.

"Параллельный канал" и усилитель с его включением не склонны к самовозбуждению и, как правило, работают сразу, требуется лишь включать "параллельный канал" на предварительно настроенный и работоспособный гибридный усилитель. Налаживание "параллельного канала", после установки нулевого значения напряжения на выходе усилителя подстроечным резистором R18, сводится к подбору резистора R15 до получения минимального сигнала на выходе DA1 (вывод 6). В случае, если на выходе DA1 будет наблюдаться значительный низкочастотный сигнал, следует подобрать конденсатор C8 по минимальному значению этого сигнала. Конденсаторы C8 — K73-17 на напряжение не менее 250 В, C9, C10 — того же типа, но на меньшее напряжение.

Микросхему KP140УД8А в "параллельном канале" можно заменить на любые ОУ с полевыми транзисторами на входе, обеспечивающие аналогичные электрические параметры. Стабилитроны VD1, VD2 заменимы любыми с напряжением стабилизации 14...16 В при токе 12...20 мА.

***От редакции**. В ОУ подавление синфазных сигналов эффективно только на низких частотах, но уже на средних и тем более высоких звуковых частотах в ОУ общего применения оно заметно снижается (примерно как коэффициент усиления). Возможно, именно с этим связано замечание автора о "незначительном снижении качества звучания".*

При наличии синфазных сигналов на входах ОУ для него полезно ввести следящее питание, улучшающее подавление синфазных сигналов и нелинейные искажения в ОУ на высоких частотах. Второй путь — применение высокочастотных ОУ. Эти способы должны заметно улучшить компенсацию искажений в более широкой полосе частот.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

"УМЗЧ с малыми интермодуляционными искажениями"

Печатная плата, монтаж узлов и блоков

***А. ШАМАЕВ**, г. Обнинск Калужской обл.*

Некоторых радиолюбителей, заинтересовавшихся транзисторным усилителем Я. Токарева ("Радио", 2003, № 8, с. 20—23), в повторении конструкции останавливало отсутствие рисунка печатной платы. В этой статье представлена печатная плата, разработанная с учетом авторских рекомендаций. Двухканальный усилитель, собранный на таких платах, проверен в работе, он обеспечил высокое качество звучания различных музыкальных программ.

В статье также изложены рекомендации по конструкции теплоотвода, монтажу и сборке устройства.

На страницах журнала невозможно было не заметить авторские работы Я. Токарева [1, 2] по усилителям высокой верности воспроизведения. Совокупность технических решений, нацеленных на воспроизводимость и высокую надежность работы этих УМЗЧ, сделала их оригинальными и привлекательными для повторения в радиолюбительских условиях. Повторив усилитель [2] в макетном исполнении, я всецело убедился в том, что у этого усилителя превосходный динамический диапазон; совместно с акустической системой INFINITY Alpha 40 он отчетливо передает голоса и инструменты второго и третьего планов. Этот усилитель работает надежно и устойчиво, с очень низким уровнем собственных шумов.

Грамотно собранный из проверенных деталей усилитель совершенно не требует дополнительных настроек, кроме указанных автором в статье. После подбора необходимых деталей, элементов и узлов для усилителя не обязательно отбирать транзисторы по параметрам.

Понятно, что неверно сконструированный усилитель способен свести на нет достоинства схемотехники, ориентированной на достижение высокого качества звуковоспроизведения. Поэтому, приступая к конструированию платы УМЗЧ, я внимательно изучил статью С. Агеева [3], которая стала отличным методическим пособием, где изложены рекомендации по конструированию УМЗЧ высокого класса.

Монтаж элементов одного канала усилителя выполнен на печатной плате, размещенной между двумя радиаторами—теплоотводами для мощных транзисторов. Плату изготавливают из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. На **рис. 1** показано размещение деталей. Чертежи печатной платы представлены на **рис. 2** (см. с. 40, 41).

На плате нумерация выводов микросхемы серии K140УД17 соответствует корпусу 3101.8-1. При небольшой коррекции рисунка печатной платы можно использовать ее аналоги с нумерацией выводов, соответствующей авторской схеме, — отечественные ОУ серий KP140УД17 или KP544УД12 в корпусе 2101.8-1 либо импортный аналог серии OPA77GP (DIP-8).

Особенность этой платы состоит в том, что на ней возможно монтировать как оригинальный УМЗЧ из [2], так и более мощный его вариант с дополнительными включенными параллельно транзисторами во второй и третьей ступенях выходного каскада (**рис. 3**). Такое решение было принято из-за отсутствия транзисторов 2SA1216, 2SC2922, поэтому менее мощные транзисторы 2SA1215, 2SC2921 (их подделки встречаются гораздо реже!) установлены по два в соответствующих плечах выходного каскада. В этом варианте УМЗЧ напряжение питания выходного каскада поднято до 2×40 В.

На этой плате, помимо деталей собственно усилителя, устанавливают конденсаторы и диоды выпрямителя блока питания. В отверстие на плате, расположенное между транзисторами VT13, VT14, впаивают провод сечением 2...2,5 мм для соединения фольги общего провода с корпусом усилителя. Транзисторы VT8, VT9, VT16, VT17 нужно установить на небольшие теплоотводы, такие как, например, HS315. В связи с высокой плотностью монтажа элементы C2, C3, R19, R51 (на плате показаны со стороны деталей), R24, VD3, VD4, C13 смонтированы на плате со стороны печатных проводников. Конденсаторы и диоды выпрямителей питания, перенесенные на платы усилителей, получили дополнительный индекс 2 в позиционных обозначениях на рисунке платы, а блокировочные кон-

Рис. 1

денсаторы C14—C19 заменены оксидными конденсаторами большой емкости. Включение нескольких параллельно включенных оксидных конденсаторов эффективно снижает их общую индуктивность и ЭПС. Снижение индуктивности монтажа в цепях эмиттеров наиболее мощных транзисторов достигается параллельным соединением двух-трех резисторов мощностью по 1 Вт с эквивалентным сопротивлением, соответствующим указанным на схеме значениям R43, R44, R58, R59.

В усилителе применены теплоотводы (все из дюралюминия Д16) размерами 150×70 мм; имеющие 16 ребер с шагом 10 и высотой 40 мм. Поверхности теплоотводов, к которым крепят транзисторы, обрабатывают с высокой чистотой на фрезерном или шлифовальном станке. Далее из дюралюминия толщиной 8...9 мм изготавливают пластину 1 (**рис. 4**), она жестко соединяет два теплоотвода вместе. Ширина пластины обязательно должна превышать ширину платы выходного каскада на 1...1,5 мм. В местах соединения пластины с теплоотводами просвета быть не должно, поэтому боковые стороны пластины также требуют высокой точности и чистоты обработки на вышеупомянутых станках. Эта пластина, прежде всего, является проводником тепла от двух теплоотводов к термодатчику VT15, который крепят к торцу пластины винтом М3 посередине, со стороны усилителя напряжения. Для улучшения теплопередачи и ускорения реакции термодатчика пластина максимально заужена, насколько позволили детали выходного каскада.

При разметке отверстий для крепления пластины к теплоотводам обязательно нужно позаботиться, чтобы крепление пластины оказалось на 1,5 мм выше нижней кромки теплоотводов, т. е. пластина не должна прикасаться к дну корпуса и отдавать в него тепло. Пластину 1 крепят к теплоотводам восемью винтами М3 (см. рис. 4). При креплении теплоотводов к дну корпуса между теплоотводом и днищем размещают шайбы из текстолита толщиной 1 мм (**рис. 5**).

После сборки УМЗЧ были проведены испытания эффективности термостабилизации тока покоя. Усилитель в течение двух часов проработал на максимальной мощности при сопротивлении нагрузки 4 Ом, при этом ток покоя выходных транзисторов снижался со 100 до 80...90 мА в плече.

Для крепления выходных транзисторов к теплоотводам проводят сначала разметку: на плоскости каждого теплоотвода наносят продольную линию на расстоянии 22,5...23,5 мм от сопрягаемого с пластиной 1 края теплоотвода, в зависимости от выбранной ее толщины. Тут важно учесть расстояние в 13 мм между платой и пластиной (рис. 5) — это минимальный размер для размещения конденсатора К73-17 1,5 мкФ на 160 В (C13).

Далее в просверленные отверстия платы вставляют выводы транзисто-

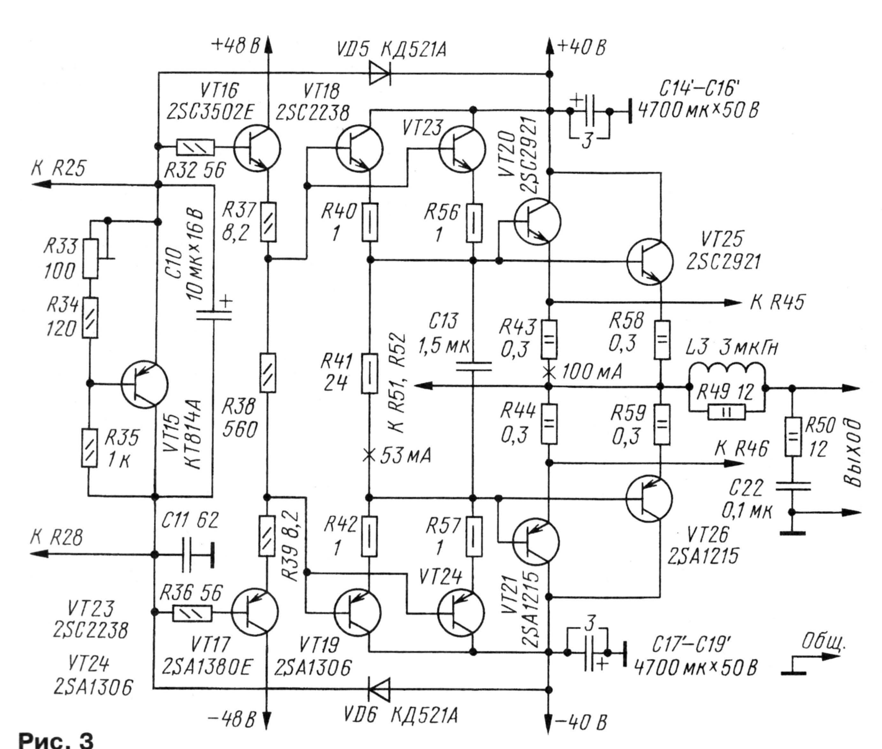


Рис. 3

из платы и впаивать все радиодетали, кроме оксидных конденсаторов фильтра блока питания.

Теперь в соответствующие отверстия платы можно вставить выводы мощных транзисторов, установленных на теплоотводах, и соединить пластину с теплоотводами. Плату точно выравнивают по нанесенной ранее линии разметки и припаивают выводы выходных транзисторов.

К следующему этапу монтажа подготавливают пластину 2 (**рис. 6**) из листовой стали толщиной 1 мм для дополнительного экранирования усилителя напряжения от наводок, создаваемых выходным каскадом. На этой пластине устанавливают элементы узла защиты от перегрузки — VT22, R45, R46. Изготовив этот узел, закрепляют его на теплоотводах винтами М3. Отверстия с резьбой на торцах теплоотводов со стороны усилителя напряжения должны быть заранее подготовлены. Соединения между платой и узлом защиты от перегрузки производят согласно схеме [2]. При монтаже нужно исключить возможность механического контакта деталей с фольгой общего провода.

Затем временно снимают пластину 1 и подводят с верхней стороны платы

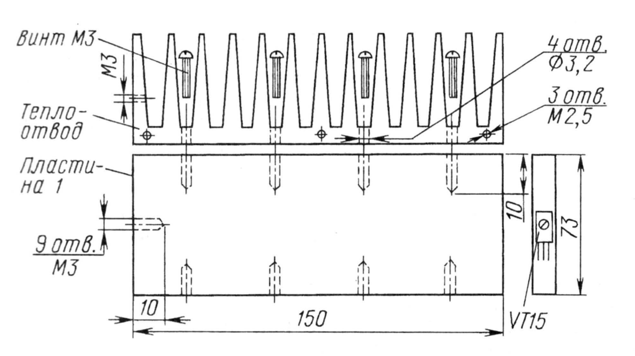


Рис. 4

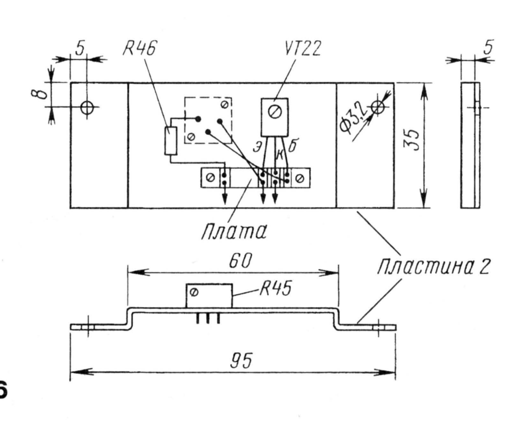


Рис. 6

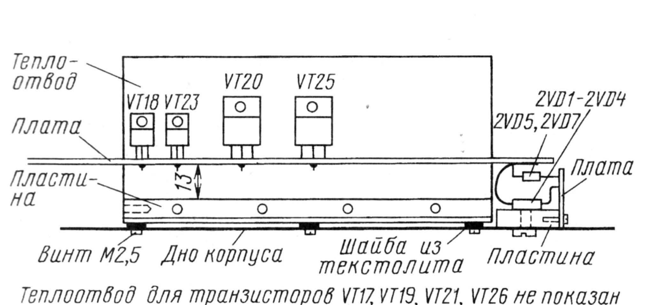


Рис. 5

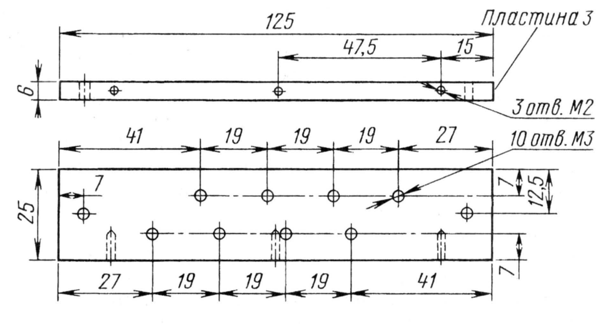


Рис. 7

ров одного плеча выходного каскада. Длина выводов над платой транзисторов VT18, VT23 — 10 мм, а VT20, VT25 — 12 мм. Для лучшей фиксации в плате коллекторы этих транзисторов можно временно припаять. Затем плату прикладывают соответствующей боковой кромкой с мощными транзисторами к линии разметки на теплоотводе и тонкой острой "чертилкой" через крепежные отверстия транзисторов делают разметку на плоскости теплоотвода под отверстия для крепления транзисторов к теплоотводу. Такую же процедуру проводят и с теплоотводом другого плеча выходного каскада. Далее транзисторы можно вынуть

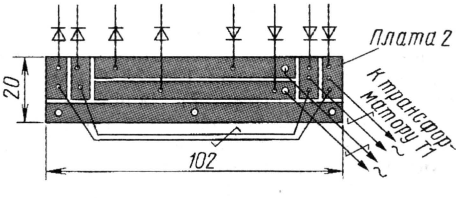


Рис. 8

тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

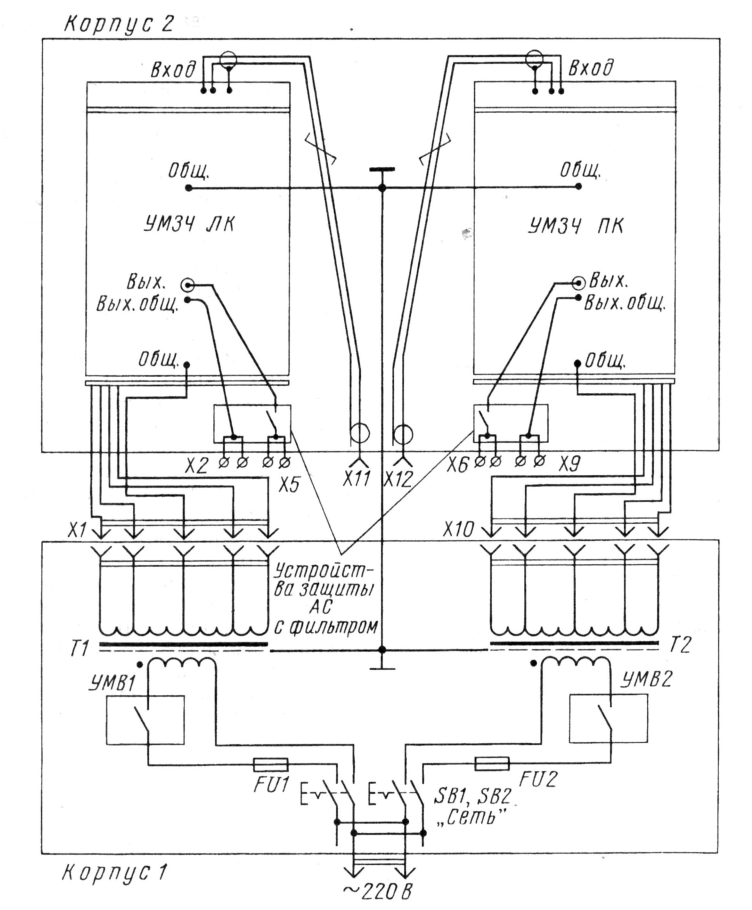


Рис. 9

провода сечением 2,5 мм — сигнальный выход, общий выход, общий провод блока питания. Провод цепи обратной связи и перемычки питания +48 В, –48 В сечением соответственно 0,5 и 0,75 мм² запаивают с нижней стороны платы. С целью минимизации наводок на провод цепи обратной связи целесообразно надеть стальную (из луженой жести) тонкостенную трубку диаметром 6...8 и длиной 45...50 мм, максимально придвинув ее к точке соединения резисторов R43, R44 с этим проводом. Трубку надежно приклеивают к нижней стороне платы и небольшим отрезком провода соединяют ее с корпусом, например, под винт, крепящий транзистор VT15 к пластине. Далее устанавливают на плату все оксидные конденсаторы и распаивают их выводы, затем промывают плату спиртом, наносят теплопроводную пасту на боковые стороны пластины 1 и вновь закрепляют ее на теплоотводах. Термодатчик VT15 прижимают к торцу этой пластины с применением той же пасты, изолировав теплоотводящую поверхность транзистора прокладкой из слюды. Далее устанавливают пластину 3 — теплоотвод размерами 125×25×6 мм из дюралюминия (**рис. 7**). На ней закрепляют диоды выпрямителя питания 2VD1—2VD4 КД2997А и плату 2 (**рис. 8**) из стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм размерами 102×20 мм, на которой соединяют выводы диодов выпрямителей питания 2VD1—2VD4, 2VD5—2VD8 и выпрямители питания с проводами, идущими от вторичных обмоток трансформатора.

Для выпрямителя питания с диодами 2VD1—2VD4 сечение провода — примерно 2,5 мм², для 2VD5—2VD8 — 1 мм². Установив диоды на пластине 3, формируют их выводы. Затем прикрепляют плату 2 к этой пластине, припаивают выводы мощных диодов, провода питания и диоды выпрямителя питания 2VD5—2VD8. Диоды 2VD1—2VD4 прижимают к пластине через прокладку из слюды с применением теплопроводящей пасты и припаивают выводы диодов выпрямителей питания к печатным проводникам питающих цепей усилителя на плате.

Два собранных усилителя устанавливают на дно корпуса и обводят карандашом ребра теплоотводов, после чего в промежутках между ребрами высверливают в дне отверстия для вентиляции. Отверстия в крышке корпуса высверливают произвольно в местах расположения теплоотводов.

Устройство защиты и задержки подключения нагрузки выполнено по схеме из [4], хотя возможно применение и иного варианта. Выходной фильтр УМЗЧ с устройством защиты громкоговорителя от постоянного напряжения на выходе и задержки подключения АС для каждого канала собствен-

(Окончание см. на с. 40)

Использование напряжения USB-порта для питания активной АС накладывает определенные ограничения на мощность УМЗЧ, так как подводимое к нему напряжение — 5 В, а максимальный ток ограничен — 0,5 А. Поэтому максимальная выходная мощность стереофонического усилителя должна быть не более 2×(0,5...1) Вт, что, в принципе, достаточно для пользователя ноутбука. При работе совместно со стационарным ПК и громкоговорителями 10МАС-1, 15АС-404, S-30 мощность усилителя достаточна для озвучивания небольшого помещения.

На **рис. 1** представлена схема усилителя. Он собран на микросхеме DA1 К174УН22 в типовом включении.

Основные технические характеристики

Номинальная (максимальная) выходная мощность, Вт ....2×0,3 (2×0,45)
Коэффициент гармоник (при $P_{вых}$ = 0,1 Вт), % 0,2
Номинальное входное напряжение, мВ 200
Сопротивление нагрузки, не менее, Ом 4
Потребляемый ток в паузе, мА 15

Уровень входного стереосигнала регулируют сдвоенным переменным резистором R1. Делители R2R4 и R3R5 обеспечивают уровень входного сигнала на уровне 20 мВ, так как коэффициент усиления УМЗЧ микросхемы DA1 составляет 39 дБ.

Печатная плата усилителя, выполненная из фольгированного текстолита толщиной 1,5 мм, приведена на **рис. 2**. Громкоговорители ВА1, ВА2 — малогабаритные пассивные АС "First" в пластмассовом корпусе. На лицевой стороне АС правого канала сверлят отверстие под регулятор громкости. От платы усилителя распаивают четыре кабеля —к выходу звуковой карты, к USB-разъему ПК и к двум громкоговорителям. Печатная плата вставляется в направляющие "салазки", выполненные из полистирола толщиной 1,5 мм и приклеенные к внутренним сторонам боковых стенок корпуса громкоговорителя. Таким образом, после сборки корпуса печатная плата будет жестко зафиксирована. Полярность питания 5 В на USB-розетке типа А, установленной в компьютере, показана на **рис. 3**. Общий вид платы внутри громкоговорителя показан на **рис. 4**, а внешний вид АС — на **рис. 5**.

В усилителе использованы постоянные резисторы МЛТ-0,125, переменный — любой сдвоенный малогабаритный с логарифмической характеристикой сопротивлением 10...100 кОм, например, РП1-54, СПЗ-33 (печатная плата разведена под сдвоенный переменный резистор из магнитолы "First"), оксидные конденсаторы — импортные, остальные — К10-17Б. Микросхема К174УН22 полностью взаимозаменяема с импортными аналогами KA2209, TDA2822M, U2822B, U2823B.

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-83-05
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2006

АС для ноутбука с питанием от USB-порта

А. РУБАН, г. Новосибирск

Отличие предлагаемой активной акустической мини-системы — питание от USB-порта персонального компьютера. Такая выносная АС оказывается альтернативой встроенным в ноутбук динамическим головкам, не требуя при этом дополнительного источника питания. Включение и выключение УМЗЧ АС производятся одновременно с компьютером. При использовании активной АС в стационарных условиях не будет необходимости изыскивать дополнительную электророзетку.

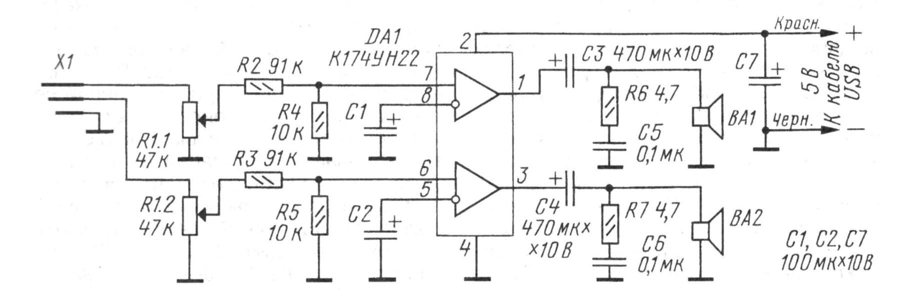


Рис. 1

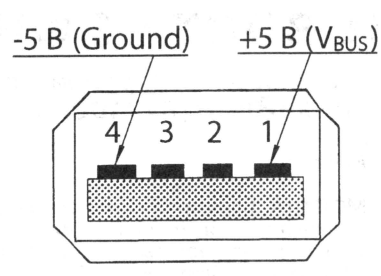


Рис. 3

Правильно собранный из исправных деталей усилитель налаживания не требует.

В заключение можно отметить, что альтернативой самостоятельному изготовлению вышеописанной АС может стать модернизация активной компьютерной АС промышленного изготовления. Например, малогабаритная АС "Genius SP-Q2 Slim" имеет выносной сетевой блок питания (адаптер) и усилитель мощности на микросхеме TDA2822M, поэтому для доработки не требуется даже ее разборка. Достаточно только правильно "срастить" шнур питания этой АС, отрезанный от адаптера, с вилкой USB-A. Технические характеристики модернизированной таким образом АС аналогичны вышеуказанным.

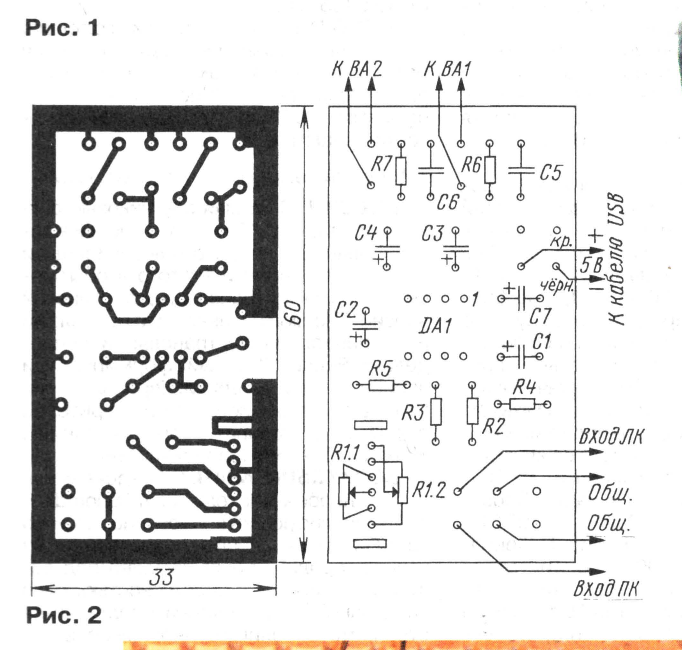


Рис. 2

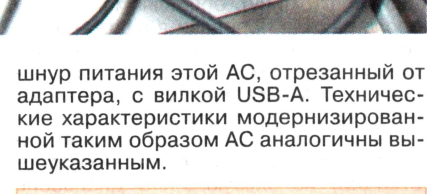


Рис. 4



Рис. 5

От редакции*. Снизить в несколько раз чувствительность и искажения УМЗЧ микросхемы можно, включив последовательно с конденсаторами С1 и С2 резисторы одинакового номинала, но не более 750 Ом. В этом случае ослабление сигнала входными делителями можно уменьшить либо совсем их исключить.*

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

НОВОСТИ ЭФИРА

Раздел ведет сотрудник радиокомпании "Голос России" П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва

РОССИЯ

МОСКВА. Всемирная Русская служба радиокомпании "Голос России" частично изменила частоты: для вещания в направлении Ближнего и Среднего Востока в 15.00—16.00 теперь используются частоты (в кГц): 1251, 1314, 7130 (с 3 сентября текущего года), 12055, 13650 (до 2 сентября); для вещания на Юго-восточную Азию и Дальний Восток в 12.00—14.00 установлена частота 7165 кГц (вместо 7390 кГц).

Радиоканал "Содружество" ("Голос России" на русском языке для стран ближнего зарубежья) в 12.00—15.00 использует новую частоту — 9555 кГц (вместо 9920 кГц). Остальные частоты не менялись.

Радиостанция "Радио России" из-за помех, создаваемых сразу несколькими зарубежными станциями, для трансляции в направлении Европы в 13.25—21.00 заменила частоту 7420 кГц на новую — 7120 кГц.

Православная радиостанция "Радонеж" в 17.00—19.00 использует новую частоту — 5965 кГц.

Государственной радиостанции Минобороны "Звезда FM" для вещания в Москве и Московской области выделена частота в диапазоне УКВ-2 — 95,6 МГц. Сейчас эта радиостанция работает на средневолновой частоте 990 кГц, и ее программы транслируются через спутники "Eutelsat W4" и "Ямал-200".

На частоте 93,2 МГц началось техническое вещание возвращающейся в эфир после длительного перерыва радиостанции "Спорт".

Радиостанция "Сити FM" (87,9 МГц) сделала шаг навстречу своим слушателям. По телефону (495) 508-8879 теперь можно услышать последние выпуски новостей и несколько ток-шоу, выходящих в эфир на волне этой станции. Примечательно, что слушателю не надо подгадывать время интересующей его передачи или ждать очередного информационного выпуска. Он просто нажимает определенные клавиши на телефоне в режиме тонового набора и выбирает нужное ему вещание. Фрагмента длительностью в пять минут, обновляемого сразу после выхода передачи в эфир, достаточно для того, чтобы понять, отвечает ли она запросам. А "скачать" или послушать программу полностью можно на интернет-сайте **<www.city-fm.ru>**.

Отвечая на вопросы читателей рубрики, публикуем список московских радиостанций, использующих в диапазоне УКВ-2 систему передачи текстовых данных по системе "RDS" ("Radio Data System"): "Сити FM" (87,9 МГц), "Авторадио" (90,3 МГц), "Релакс FM" (90,8 МГц), "Серебряный Дождь" (100,1 МГц), "Классик" (100,9 МГц), "Шансон" (103,0 МГц), "Радио 7 — На Семи Холмах" (104,7 МГц), "Европа Плюс" (106,2 МГц).

АЛТАЙ. В Республике Алтай впервые проводится определение рейтингов телевизионных каналов и радиостанций. Изучение мнения аудитории проводится с помощью анкетирования, в ходе которого респонденты делают соответствующие записи в документе о теле- и радиопрограммах, которые у них вызвали наибольший интерес в течение последней недели. За последние два-три года зрительская аудитория значительно увеличилась, и теперь местные телепрограммы смотрят жители практически всех отдаленных и труднодоступных сел Алтая. В то же время радиовещание в последнее время для многих жителей Алтая стало недоступным.

АРХАНГЕЛЬСК. Какие радиожанры и тематику предпочитают архангелогородские слушатели (данные социологического исследования, в процентах, от опрошенной части аудитории города): музыка, песни — 91,5; последние известия, новости — 71,7; прогноз погоды — 58,1; передачи по заявкам — 45,1; обсуждение жизненных ситуаций и бытовых проблем — 44,9; общественно-политические передачи — 41,5; юмор, анекдоты — 33,3; конкурсы, игры со слушателями — 29,8; спортивные новости и репортажи — 22,1; автоновости —15,6.

ИРКУТСК. Местная радиостанция "Асс FM" перешла на новую частоту — 106,0 МГц.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. Расписание ретрансляций зарубежных радиостанций в Санкт-Петербурге через передатчик мощностью 10 кВт на частоте 1188 кГц с 02.00 до 22.00 ежедневно: 03.30—04.00, 09.00—11.00, 13.30—14.00, 18.00—19.00 — "Международное Французское радио" (Франция) на русском и французском языках; в остальное время — программы радиостанции "Немецкая Волна" (Германия) на русском и немецком языках.

Ретрансляции через передатчик мощностью 10 кВт на частоте 684 кГц (все программы — на русском языке): 03.30—03.57 — "Международное радио Словакии"; 04.00—04.27 — "Радио Прага" (Чехия); 04.30—04.57 — "Радио Полония" (Польша); 05.00—8.00 — радиогазета "Слово" (местная радиостанция); 11.00—12.00 — программа "Свободный Голос" (местная радиостанция); 12.00—13.00 — "Транс-Мировое радио" ("TWR", Монако); 13.00—13.57 — "Международное радио Китая" (КНР); 14.00—15.00 — "Транс-Мировое радио"; 15.00—18.00 — "Православное радио Санкт-Петербурга" (местная радиостанция); 18.00—20.00 — радиостанция "Радонеж" (Москва); 20.00—20.30 — "Международное Канадское радио" ("RCI", Канада); 20.30—22.00 —радиогазета "Слово"; 22.00—23.00 — программа "Свободный Голос".

С апреля этого года на частоте 801 кГц (передатчик 150 кВт) ежедневно с 03.00 до 15.00 в Санкт-Петербурге ретранслируется московская программа "Народное радио".

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

ИНДИЯ. "Всеиндийское радио" из Нью-Дели на русском языке в эфире в 16.15—17.15 на частотах 9875, 11620, 15120 кГц.

ИТАЛИЯ. Ассоциация радиослушателей Италии (Associaton of Italian Radio Listeners) учредила диплом "Объединенная Европа". Получить его может любой слушатель, имеющий подтверждение о приеме европейских радиовещательных станций: 1-я категория — более 40 подтвержденных стран (по списку стран Европейского DX-совета); 2-я категория — более 30 подтвержденных стран; 3-я категория — более 20 подтвержденных стран; 4-я категория — более 10 подтвержденных стран.

Соискатель диплома должен прислать четыре почтовых купона (IRC) и список всех полученных им QSL-карточек с указанием даты, времени и частоты принятых передач по адресу: Associazione Italiana Radioascolto, C.P. 1338, 10100 Torino AD, Италия. Язык и дата приема станций не ограничиваются, но писать следует на английском или итальянском языке. Дополнительная информация — на сайте Ассоциации: **<htth://www.arpnet/it/>**.

США. Программы "Семейное радио" радиостанции "WYFR" можно слушать и на русском языке: 15.00—17.00 — на частоте 9955 кГц; 17.00—19.00 — на частоте 9495 кГц.

УКРАИНА. После почти годового молчания в Харькове возобновляется ретрансляция программ киевского радио "Чесна Хвыля" ("Честная Волна") — на частоте 73,79 МГц уже ведется техническое вещание.

Новости телевизионного вещания

РОССИЯ. С 25 мая спутниковый сигнал российского "Первого" ТВ канала закодирован. Сделать это телевизионщики решили в том числе и для того, чтобы пресечь пиратскую трансляцию российской версии "Первого" канала за пределами РФ. Специально для трансляции за пределами России "Первый" формирует три варианта — для Америки, Европы и стран СНГ. Для интересующихся телезрителей открыта телефонная "горячая линия": +7 (495) 739-0625 (звонок платный).

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. В Лондоне начал работу необычный телеканал "Shoreditch TV", транслирующий видеозаписи с камер наружного наблюдения, установленных на улицах города. Проект запущен под лозунгом "Боритесь с преступностью, сидя на диване!". Подписчикам предлагается отправить в полицию анонимное электронное письмо, если они заметят на экране что-то подозрительное. "Shoreditch TV" демонстрирует кадры с 400 камер в лондонском Ист-Энде. Каждому подписчику предоставляют доступ к базе данных с именами и фотографиями британцев, подпавшими под наблюдение полиции за нарушения общественного порядка и мелкие преступления. Но некоторые гражданские организации выразили обеспокоенность по поводу того, что лондонцы фактически "будут шпионить друг за другом". По некоторым оценкам, на долю Великобритании приходится около 10 % всех имеющихся в мире видеокамер наружного наблюдения, и каждый житель Лондона попадает в их объективы примерно 300 раз в день.

Хорошего приема и 73!

Время всюду — UTC.

Редактор — Е. Карнаухов

Делитель частоты 25 МГц...1 ГГц

В. БУКРЕЕВ, г. Михайлов Рязанской обл.

Применение микросхемы U664BS высокочастотного цифрового делителя частоты способствовало упрощению конструкции устройства, которое автор использовал для расширения диапазона измерений относительно низкочастотного частотомера. Делитель можно конструктивно оформить как переходник между входным гнездом и кабелем к источнику сигнала либо встроить в имеющийся любительский частотомер с дополнительным высокочастотным входом.

В радиолюбительской литературе уже были опубликованы схемы делителей частоты (например [1, 2]), предназначенных для использования с низкочастотным частотомером. Делитель, описанный в [1], при относительной простоте позволяет увеличить верхнюю частотную границу прибора всего лишь в 10 раз. Делитель частоты из [2] имеет коэффициент деления 100, но, на мой взгляд, его устройство неоправданно усложнено как по номенклатуре примененных деталей, так и по технической реализации.

Между тем, используя современную элементную базу, можно значительно упростить схему делителя частоты без необходимости программирования в случае применения микроконтроллера [3]. Описываемый делитель имеет коэффициент деления, равный 100, и диапазон устойчивой работы 25 МГц...1 ГГц (верхняя граница соответствует паспортному значению частоты входного делителя). Чувствительность делителя составляет 20 мВ при входном сопротивлении 50 Ом.

Схема делителя приведена на **рис. 1**. Микросхема U664BS (TELEFUNKEN) представляет собой монолитный цифровой делитель частоты в отношении 1:64. Эта микросхема выполнена по технологии ЭСЛ (эмиттерно-связанной логики), ее транзисторы имеют граничную частоту $f_{гр} \approx 4{,}5$ ГГц. Диоды с барьером Шотки (VD1, VD2) служат для защиты входа микросхемы DD1 от сигналов большой амплитуды.

Как известно, логические уровни ЭСЛ в стандартном включении находятся в области напряжения отрицательной полярности и поэтому они непосредственно не совместимы с логическими уровнями микросхем ТТЛ и КМОП. Для преобразования уровней ЭСЛ в уровни ТТЛ при питании микросхемы ЭСЛ от напряжения плюсовой полярности служит согласующий каскад на транзисторе VT1.

Входной сигнал с частотой, поделенной на 64, поступает на следующие два делителя, выполненных на микросхемах DD2 (К555ИЕ20) и DD3 (К155ТЛ3). Микросхема К555ИЕ20 содержит два четырехразрядных двоично-десятичных счетчика; каждый из них имеет триггер со входом С1, выходом 1 и делитель частоты на 5 со входом С2 и выходами 2, 4, 8. В этом устройстве счетчики DD2 работают в режиме делителя частоты на пять со входом С2 и выходом 8. Кстати, исходя из моей практики, верхняя рабочая частота всего устройства определяется максимальной частотой для счетчика DD2.1 (К555ИЕ20), которая по входам С2 обычно не менее 20 МГц, т. е. фактически не менее 1,28 ГГц. Каждый из делителей на DD2.1, DD3.1, DD3.2 и DD2.2, DD3.3, DD3.4 имеет дробный коэффициент деления $K_д = 1{,}25$ (или 5/4).

Суть использованного способа дробного деления частоты состоит

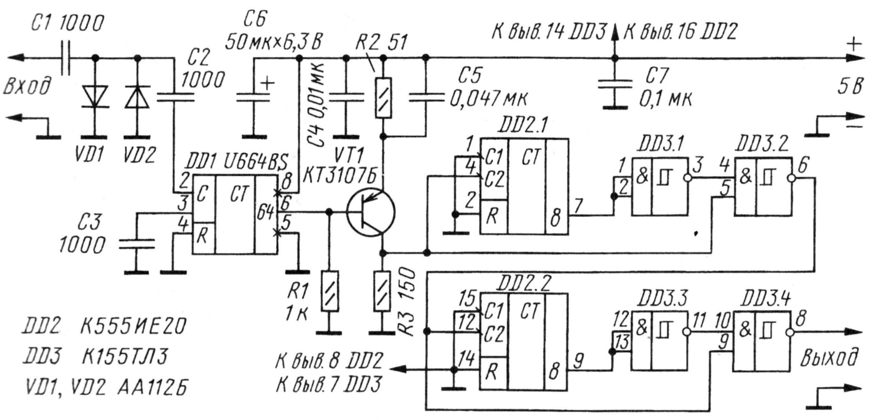


Рис. 1

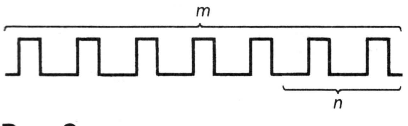


Рис. 2

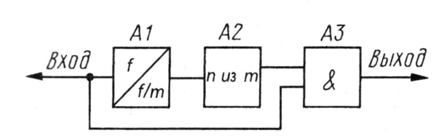


Рис. 3

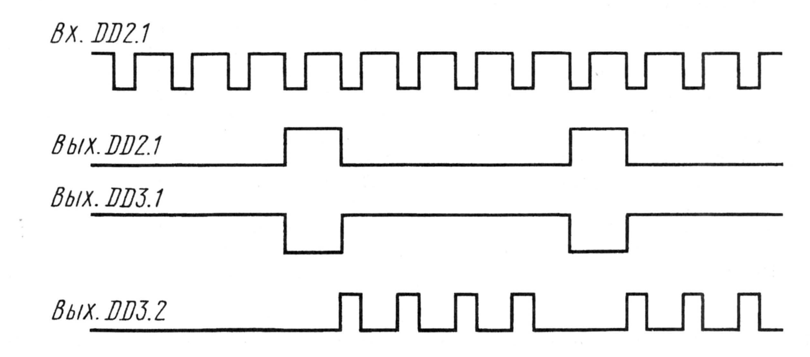


Рис. 4

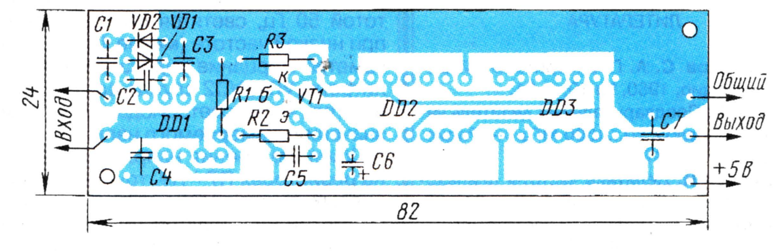


Рис. 5

в следующем. Пусть имеется последовательность импульсов, следующих с частотой F (**рис. 2**). Если из каждой пачки, образованной m импульсами, исключить n импульсов, то средняя частота следования импульсов в новой последовательности

$$F_g = \frac{m-n}{m} \cdot F.$$

Коэффициент деления имеет вид отношения двух чисел $K_д = m/(m-n)$, т. е. в общем случае представляет неправильную дробь.

В общем виде структурная схема дробного делителя частоты показана на **рис. 3**. Его основу составляет делитель A1 на целое число m. Формирователь A2 создает импульс длительностью, равной n периодов входной последовательности импульсов. Устройство совпадения A3 выделяет импульсы числом (m–n) из каждой последовательности в m импульсов.

В нашем случае m = 5 и n = 1. Триггеры Шмитта логических элементов микросхемы DD3 позволяют использовать схему совпадения для четкого выделения только четырех импульсов из каждых пяти входных импульсов, поступающих на счетчики микросхемы DD2. На **рис. 4** показаны временные диаграммы, поясняющие работу каждого из двух каскадно включенных дробных делителей.

Таким образом, если на вход описываемого делителя частоты поступает сигнал частотой, например, F = 1000 МГц, то после первого делителя DD1 частота $F_1 = F/64 = 15{,}625$ МГц. После второго делителя (с DD2.1) частота станет равной $F_2 = F_1/1{,}25 = 12{,}5$ МГц и после третьего — $F_2/1{,}25 = 10$ МГц.

Все элементы делителя размещены на плате из фольгированного стеклотекстолита. Чертеж печатной платы представлен на **рис. 5**. Плату следует поместить в металлический экран. Вход и выход делителя соединяют с частотомером ВЧ кабелем.

Если частотомер выполнен в виде законченной малогабаритной конструкции, делитель можно конструктивно оформить как переходник между входным гнездом и кабелем к источнику сигнала. Для этого плату нужно поместить в прямоугольный экран, в торцах которого смонтировать разъемы СР-50-75: с одной стороны — штыревую часть разъема, с другой — гнездовую.

Делитель частоты был испытан совместно с частотомером, описанным в [4], и показал отличные результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бирюков С. А.** Предварительный делитель. — Радио, 1980, № 10, с. 61.
2. **Жук В.** Предварительный делитель частоты на диапазон 50...1500 МГц. — Радио, 1992, № 10, с. 46, 47.
3. **Нечаев И.** Делитель частоты диапазона 0,1...3,5 ГГц. — Радио, 2005, № 9, с. 24—26.
4. **Бирюков С.** Цифровой частотомер. — Радио, 1981, № 10, с. 44—47.

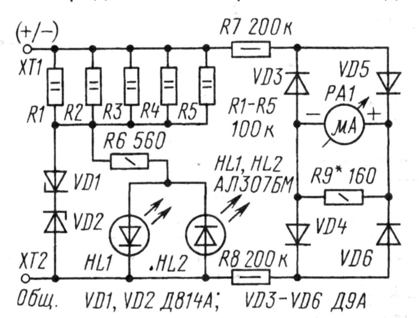
Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

Индикатор напряжения до 500 В

С. КОВАЛЕНКО, г. Кстово Нижегородской обл.

Чем проще, тем надежнее — именно этим руководствовался автор, предложив электрикам замену цифрового мультиметра стрелочным вольтметром с индикацией полярности светодиодными индикаторами. Нередко оценка значения напряжения в интервале 20...50 В с погрешностью 10...20 % оказывается достаточной, в противном случае следует воспользоваться тем же мультиметром. Недостаток индикатора — относительно большой ток, потребляемый указателем полярности при высоком напряжении, оказывается несущественным при измерениях в цепях, для которых ток до 25 мА не является значительной нагрузкой.

Идея создания этого прибора возникла после того, как электрики в очередной раз принесли для ремонта мультиметр с выгоревшими переключателями, резисторами и микросхемами. В качестве исходной предпосылки для разработки индикатора было выбрано условие "несгораемости", конечно, в реальных условиях эксплуатации. Такой прибор не должен содержать переключателей и химических источников питания; важно автоматическое определение полярности или вида



измеряемого напряжения и его значение в интервале 20...500 В с погрешностью 10...20 %. Сначала был опробован вариант вольтметра со светодиодами и неоновыми лампами, но он получился громоздким и недостаточно точным, поэтому было принято решение использовать стрелочный микроамперметр и два светодиода, индицирующих полярность.

Схема индикатора приведена на **рисунке**. Измеряемое напряжение подается со щупов через контакты XT1 и XT2 на узел определения полярности или вида напряжения, который состоит из резисторов R1—R6, стабилитронов VD1, VD2 и светодиодов HL1, HL2. Если на соединителе XT1 окажется плюс измеряемого постоянного напряжения, то светится светодиод HL1, если минус — HL2. Если к соединителям XT1 и XT2 приложено переменное напряжение, например, частотой 50 Гц, светятся оба светодиода; при низкой частоте (менее 10 Гц) станет заметно мерцание индикаторов. Стабилитроны VD1, VD2 служат для ограничения тока через светодиоды при больших значениях измеряемого напряжения.

Узел измерения напряжения собран на резисторах R7—R9, точечных германиевых диодах VD3—VD6 и микроамперметре PA1. Чувствительность индикатора определяют токозадающие резисторы R7, R8 и шунтирующий резистор R9. При измерении постоянного напряжения, в зависимости от его полярности, работает только одна пара диодов — VD4, VD5 или VD3, VD6. При измерении переменного напряжения диодный мост VD3—VD6 работает полностью; в этом случае определяется средневыпрямленное значение переменного напряжения, при калибровке приведенное к эффективному. Ток через резисторы R7, R8 зависит от входного напряжения и при напряжении 500 В не превышает 1,25 мА, однако общий ток, потребляемый индикатором, в этом случае достигает 25 мА. Сопротивление резисторов в цепи индикации полярности можно вдвое увеличить (их мощность соответственно снижается) при использовании более эффективных светодиодов и повышении нижней границы контролируемого напряжения.

Так как диодный мост работает в режиме, близком к короткому замыканию, в выпрямителе можно применить любые низковольтные точечные германиевые диоды, например, из серий Д2, Д9 или Д18. Резисторы — МЛТ или иные аналогичные.

Микроамперметр — магнитоэлектрической системы с равномерной шкалой, желательно на 500 мкА, иначе придется перечертить шкалу для удобного отсчета значения напряжения. Конструкция прибора во многом зависит от применяемого стрелочного индикатора, он же в основном определит и точность измерений.

Индикатор целесообразно калибровать на переменном напряжении, близком к номинальному значению 220 В. Для этого подключают индикатор к сети и, контролируя значение напряжения точным вольтметром, подбирают резистор R9, шунтирующий микроамперметр, так, чтобы показание индикатора соответствовало показаниям поверочного вольтметра. Сопротивление этого резистора зависит от внутреннего сопротивления микроамперметра и его чувствительности. Замену резистора при подборе следует проводить, отключая прибор от сети.

Шкала прибора получается близкой к линейной даже на начальном участке. Показания индикатора на постоянном токе и переменном токе синусоидальной формы практически совпадают в интервале значений 0...60 В. При большем напряжении показания на постоянном токе немного завышаются; на полной шкале разница достигает 8 %.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

Прием статей: mail@radio.ru тел. 208-83-05
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2006

Счетчик на AT90S2313

С. РЫЧИХИН, г. Первоуральск Свердловской обл.

Во многих устройствах бытовой техники и промышленной автоматики сравнительно недавних лет выпуска установлены механические счетчики. Они считают расход ленты в магнитофонах, продукцию на конвейере, витки провода в намоточных станках и т. п. В случае выхода из строя найти аналогичный счетчик оказывается непросто, а отремонтировать невозможно ввиду отсутствия запасных частей. Автор предлагает заменить механический счетчик электронным.

Электронный счетчик, разрабатываемый на замену механическому, получается слишком сложным, если строить его на микросхемах малой и средней степени интеграции (например, серий К176, К561), особенно если необходим реверсивный счет. А чтобы сохранить результат при выключенном питании, необходимо предусмотреть резервную батарею питания.

Но можно построить счетчик всего на одной микросхеме — универсальном программируемом микроконтроллере, имеющем в своем составе разнообразные периферийные устройства и способном решать очень широкий круг задач. Многие микроконтроллеры имеют особую область памяти — EEPROM. Записанные в нее (в том числе во время исполнения программы) данные, например, текущий результат счета, сохраняются и после отключения питания.

В предлагаемом счетчике применен микроконтроллер AT90S2313 из семейства AVR фирмы Atmel. Подробнее о микроконтроллерах этого семейства можно прочитать в [1]. В приборе реализован реверсивный счет, вывод результата с гашением незначащих нулей на четырехразрядный светодиодный индикатор, хранение результата в EEPROM при выключенном питании. Встроенный в микроконтроллер аналоговый компаратор использован для своевременного обнаружения уменьшения напряжения питания. От аналогичного счетчика на микроконтроллере PIC16F84 [2] рассматриваемый отличается меньшим числом микросхем и некоторыми дополнительными функциями. Например, он запоминает результат счета при отключении питания, восстанавливая его при включении, и аналогично механическому счетчику снабжен кнопкой обнуления показаний.

Схема счетчика представлена на **рис. 1**. Шесть линий порта В (PB2—PB7) и пять линий порта D (PD0, PD1, PD4—PD6) использованы для организации динамической индикации результата счета на четырех одноразрядных семиэлементных светодиодных индикаторах HG1—HG4. Коллекторными нагрузками фототранзисторов VT1 и VT2 служат встроенные в микроконтроллер и включенные программно резисторы, соединяющие соответствующие выводы микроконтроллера с цепью его питания.

Счетчик работает согласно диаграмме, изображенной на **рис. 2**. Увеличение результата счета N на единицу происходит в момент прерывания оптической связи между излучающим диодом VD1 и фототранзистором VT1, что создает нарастающий перепад уровня на входе INT0 микроконтроллера. При этом уровень на входе INT1 должен быть низким, т. е. фототранзистор VT2 должен быть освещен излучающим диодом VD2. В момент нарастающего перепада на входе INT1 при низком уровне на входе INT0 результат уменьшится на единицу. Другие комбинации уровней и их перепадов на входах INT0 и INT1 результат счета не изменяют.

По достижении максимального значения 9999 счет продолжается с нуля. Вычитание единицы из нулевого значения дает результат 9999. Если обратный счет не нужен, можно исключить из счетчика излучающий диод VD2 и фототранзистор VT2 и соединить вход INT1 микроконтроллера с общим проводом. Счет будет идти только на увеличение.

Как уже сказано, детектором снижения напряжения питания служит встроенный в микроконтроллер аналоговый компаратор. Он сравнивает нестабилизированное напряжение на выходе выпрямителя (диодного моста VD3) со стабилизированным на выходе интегрального стабилизатора DA1. Программа циклически проверяет состояние компаратора. После отключения счетчика от сети напряжение на конденсаторе фильтра выпрямителя C1 спадает, а стабилизированное еще некоторое время остается неизменным. Резисторы R2—R4 подобраны так, что состояние компаратора в этой ситуации изменяется на противоположное. Обнаружив это, программа успевает записать текущий результат счета в EEPROM микроконтроллера еще до прекращения его функционирования по причине выключения питания. При последующем включении программа прочитает число, записанное в EEPROM, и выведет его на индикатор. Счет будет продолжен с этого значения.

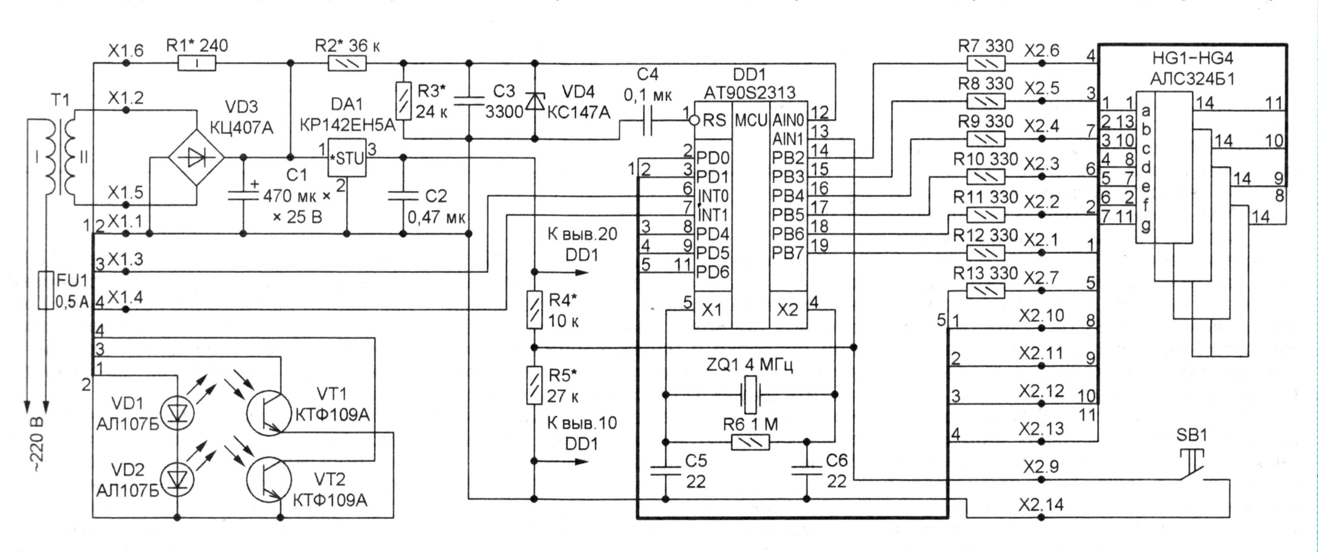


Рис. 1

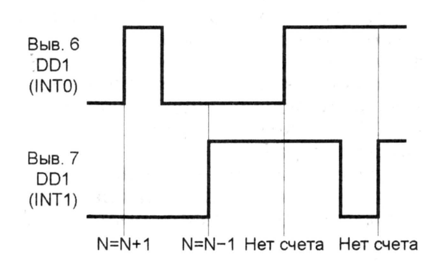


Рис. 2

```
:1000000039C001C01BC0839918950F929395492F51
:100010004F704A3058F1907F40E1940F903A30F1A0
:100020009927A3954A2F4F704A3000F1A07F40E1F5
:10003000A40FA03AD8F09927AA2718C0829918953A
:100040000F929A95492F4F704A3080F0907F9960B7
:10005000903A60F099E9AA954A2F4F704A3030F0F3
:10006000A07FA960A03A10F099E9A9E973D00F9098
:10007000A89518955FE051BD5FED5DBF5CE452BB94
:1000800053E751BB5CEF57BB58BBB9D0A895E1997A
:10009000FECF50E05EBBE09A9DB3E199FECF51E008
:1000A0005EBBE09AADB356D050EC5BBF5FE055BF8E
:1000B00050EC5ABF7894A8955CE452BB78BA32BB36
:1000C000A4D052BB58BA22BBA0D052BB38BA12BB84
:1000D0009CD052BB18BA02BB98D0B19914C05CEE48
:1000E00058BB5CE652BB91D05CE552BB8ED05EE45F
:1000F00052BB8BD05DE452BB88D0A895B19BEDCFAD
:100100009927AA2727D04599D6CFF8945CE452BB0B
:100110005CEF58BBA895E199FECF50E05EBB9DBB5C
:1001200054E05CBBE19AE199FECF51E05EBBADBB10
:1001300054E05CBBE19AA895459BFECF60D0A895A2
:10014000459BFACF5CD0A895459BF6CF40EC4ABFC3
:100150007894B1CF6A2F62951CD0772E382F6030FB
:100160009F030626A2F15D0572E282FA03009F0E1
:1001700002061692F62950DD0372E182FA03011F411
:100180000603009F01260692F04D0172E082F01602B
:100190008956F706030A9F06130B1F06230B9F04D
:1001A0006330C1F06430C9F06530D1F06630D9F009
:1001B0006730E1F06830E9F06930F1F07CEF8CE411
:1001C00089570E18CE0089574EB8CE4089578E272
:1001D0008CE0089570E28CE4089574E88CE408954E
:1001E00070E48CE4089570E48CE0089574E38CE48A
:1001F00089570E08CE0089570E08CE408955F93BA
:1002000055E85DBD5EEE5CBD05C05F935FEF5DBD13
:1002100054E65CBD53E05EBD58B757FFFDCF50E0DC
:0A0220005EBD50E858BF5F910895DD
:00000001FF
```


Ввиду ограниченного числа выводов микроконтроллера для подключения кнопки SB1, обнуляющей счетчик, использован вывод 13, служащий инвертирующим аналоговым входом компаратора (AIN1) и одновременно — "цифровым" входом PB1. Делителем напряжения (резисторы R4, R5) здесь задан уровень, воспринимаемый микроконтроллером как высокий логический. При нажатии на кнопку SB1 он станет низким. На состояние компаратора это не повлияет, так как напряжение на входе AIN0 по-прежнему больше, чем на AIN1.

При нажатой кнопке SB1 программа выводит во всех разрядах индикатора знак "минус", а после ее отпускания начинает счет с нуля. Если при нажатой кнопке выключить питание счетчика, текущий результат не будет записан в EEPROM, а хранящееся там значение останется прежним.

Коды, которые необходимо загрузить в программную память микроконтроллера, приведены в **таблице**. Исходный текст программы написан на языке ассемблера AVR Assembler версии 1.3. Программа построена таким образом, что ее легко адаптировать к счетчику с другими индикаторами (например, с общими катодами), с другой разводкой печатной платы и т. п. Небольшая коррекция программы потребуется и при использовании кварцевого резонатора на частоту, отличающуюся более чем на 1 МГц от указанной.

Счетчик собран на двух односторонних печатных платах одинакового размера из фольгированного стеклотекстолита. Их чертежи приведены на **рис. 3**. На одной из плат установлены индикаторы HG1—HG4 и кнопка SB1, на другой — остальные детали счетчика, за исключением трансформатора T1 с плавкой вставкой FU1, излучающих диодов VD1, VD2 и фототранзисторов VT1, VT2, размещенных отдельно.

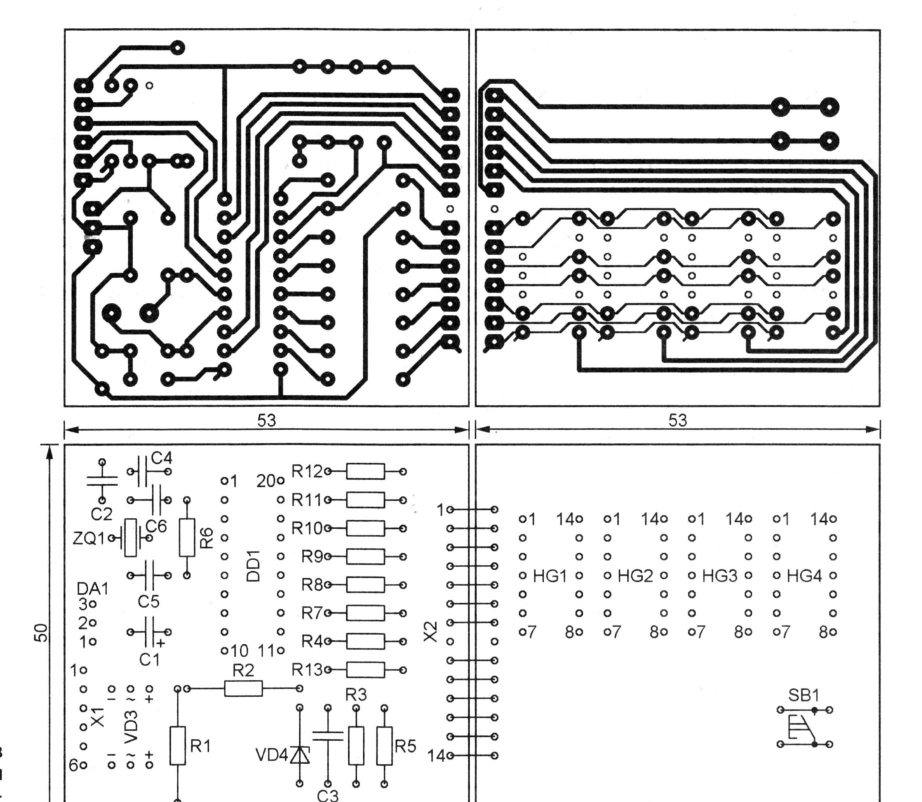


Рис. 3

Контактные площадки X2.1—X2.14 одной платы соединены с соответствующими площадками другой отрезками гибкого провода такой длины, чтобы при проверке и налаживании изготовленного прибора платы можно было положить рядом. По окончании налаживания платы складывают печатными проводниками внутрь и соединяют винтами М3 через изолирующие шайбы.

К контактным площадкам X1.1—X1.6 подключают вторичную обмотку трансформатора, фототранзисторы и соединенные последовательно излучающие диоды. Расстояние между оптическими окнами излучающего диода и соответствующего ему фототранзистора не должно превышать 50 мм. Если по условиям применения счетчика этого недостаточно, нужно установить более мощные излучающие диоды, например, АЛ108А или АЛ123А, и уменьшить номинал резистора R1.

Трансформатор T1 — ТВК-70-Л2 от лампового телевизора. Подойдет и другой маломощный трансформатор с напряжением на вторичной обмотке 10...20 В.

Налаживание счетчика начинают, не устанавливая микроконтроллер в панель на плате. К контактным площадкам X1.2, X1.5 вместо вторичной обмотки трансформатора временно подключают регулируемый источник постоянного напряжения.

При напряжении источника 15 В измеряют напряжение на контактах 12 и 13 панели микроконтроллера относительно общего провода (конт.10). Первое должно находиться в интервале 4...4,5 В, а второе — быть больше 3,5 В, но меньше первого. Далее постепенно уменьшают напряжение источника. Когда оно упадет до 9...10 В, разность значений напряжения на контактах 12 и 13 должна стать нулевой, а затем поменять знак.

Теперь можно установить в панель запрограммированный микроконтроллер, подключить трансформатор и подать на него сетевое напряжение. Спустя 1,5...2 с нужно нажать на кнопку SB1. На индикатор счетчика будет выведена цифра 0. Если на индикатор ничего не выведено, еще раз проверьте значения напряжения на входах AIN0, AIN1 микроконтроллера. Первое должно быть больше второго.

Когда счетчик успешно запущен, остается проверить правильность счета, поочередно затеняя фототранзисторы непрозрачной для ИК лучей пластиной. Для большей контрастности индикаторы желательно закрыть светофильтром из красного органического стекла.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Евстифеев А.** Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы Atmel. — М.: Додэка, 2002.

2. **Долгий А.** Разработка и отладка устройств на МК. — Радио, 2001, № 5—12; 2002, № 1.

***От редакции.** Программа микроконтроллера имеется на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/07/lcd5.zip>.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 208-28-38

Таймер на PIC16F84

А. МУРАВЬЕВ, пос. Лесной Рязанской обл.

Таймер — одна из наиболее популярных радиолюбительских конструкций. Вниманию читателей предлагается еще один вариант. В отличие от других подобных устройств на микроконтроллерах, здесь выдержку устанавливают не нажатиями на кнопки, а обычным переменным резистором.

Простота управления, цифровая индикация, возможность быстрой установки нового значения выдержки делают этот таймер удобным для применения в качестве кухонного. Продолжительность выдержки может быть любой в пределах 1...85 мин.

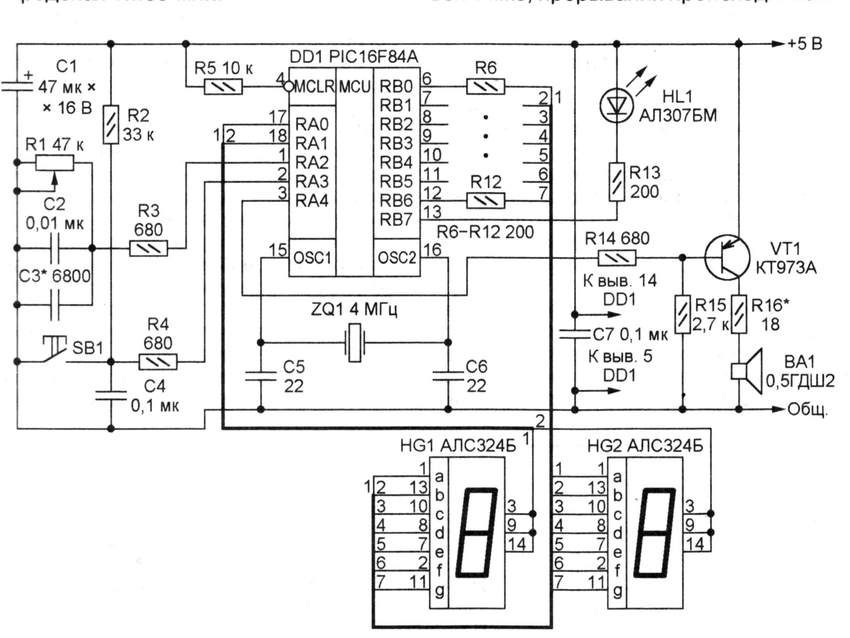


Схема таймера показана на **рисунке**. Микроконтроллер DD1 работает по программе, коды которой приведены в **таблице**. После включения питания и инициализации регистров микроконтроллера программа конфигурирует вывод RA2 как выходной и устанавливает на нем высокий логический уровень. После первоначальной зарядки конденсаторов C2 и C3 программа переходит в фазу установки продолжительности выдержки. Циклически выполняется подпрограмма "OneShot", заимствованная из статьи А. Долгого "Аналоговое управление в микроконтроллерном устройстве" ("Радио", 2005, № 4, с. 33), а также проверяется состояние кнопки SB1. Светодиод HL1 погашен.

Полученное в результате работы подпрограммы число в зависимости от положения движка переменного резистора R1 может находиться в пределах 1...254. Программа преобразует его в продолжительность выдержки в минутах, причем каждым трем последовательным значениям этого числа соответствуют одинаковые выдержки. Таким образом, максимальная выдержка — 255/3 = 85 мин. Установленное значение программа выводит на двухразрядный цифровой индикатор HG1, HG2.

Обнаружив нажатие на кнопку SB1, программа переходит в фазу отсчета выдержки, сигнализируя об этом включением светодиода HL1. Фактически идет подсчет прерываний от таймера TMR0. Так как он настроен (вместе с предварительным делителем) на коэффициент пересчета 4000, а период повторения счетных импульсов при частоте кварцевого генератора 4 МГц равен 1 мкс, прерывания происходят каждые 4 мс. Как только их число достигнет 15000 (это значит, что прошло 0,004×15000 = 60 с), программа уменьшает выведенное на индикатор значение на единицу и начинает подсчет прерываний заново.

Когда заданное число минут пройдет, с выхода RA4 микроконтроллера через усилитель на транзисторе VT1 на динамическую головку BA1 поступит прерывистый сигнал частотой 1000 Гц. Через 6 с сигнал прекратится и программа таймера вернется в фазу установки выдержки.

Если кнопка SB1 нажата до истечения установленной выдержки, таймер прекращает ее дальнейший отсчет и, не подавая звуковой сигнал, переходит в фазу установки. При переходах из одной фазы в другую программой предусмотрены секундные паузы, до истечения которых кнопку SB1 необходимо отпустить.

Налаживание таймера сводится к подборке конденсатора C3. Его емкость должна быть такой, чтобы при максимальном сопротивлении переменного резистора R1 на индикатор было выведено число 85. Подбирая резистор R16, устанавливают необходимую громкость звукового сигнала.

Питать таймер можно от любого источника постоянного напряжения 3...5 В, желательно стабилизированного. Потребляемый ток не превышает 100 мА. Переменный резистор должен быть с линейной характеристикой регулирования. Светодиодные индикаторы АЛС324Б можно заменить другими с общим анодом, а микроконтроллер PIC16F84A — более ранней моделью PIC16F84.

```
:020000000528D1
:080008007228850186018101C7
:100010008316C330810008308500003086008312CB
:10002000A0308B00FF308E0095018B1380308600 4E
:1000300000514B5208514B5208501860196010516A5
:10004000A320C2208E178B13A32003308A0016082A
:1000500000239500 8A014F208B1785192228C22082
:100060008E13B52099019A010516851D48281A0896
:100070003A3A031D3428190897 3C0318342895038D
:100080003198E174F208E1F3228B520CB2005165E
:10009000B52095019 9019A018E17C2202228980156
:1000A000150897000A301702031C59289700980A70
:1000B00052281808 0F39031D5F28103098000800D7
:1000C0008207C034F934A434B034993492348 23481
:1000D000F8348034903488348334C634A134863480
:1000E0008E34FF348F000308910004089 0000B1138
:1000F00006308100 8E1B89281908FF3A03198228CF
:10010000990A8B289A0A99011A08FF3A0319892833
:100110008B2899019A01051085109B0A1B1C9728B2
:10012000912818086020 0E058600 85149C28170861
:100130006020 0E0586000514100884001108830055
:100140008F0E0F0E0900960183160515831205 1DEB
:10015000AB28960FA72896031608FF3A03199601B5
:10016000831605118312051508000530940 0FE3032
:100170009300FE309200920BBB28930BB928940B8E
:10018000B728080082308C00FF308D008D0BC62808
:100190008C0BC62808008B1306309F00FF309E0092
:1001A0000 2309D000516A0309C009C0BD52805123E
:1001B000A0309C009C0BDA289D0BD2289E0BD028E7
:1001C000E128FF309E0002309D000512A0309C0007
:1001D0009C0BE8280512A0309C009C0BED289D0B81
:0E01E000E5289E0BE3289F0BCE288B17080006
:100600008207013401340134023402340234 0334E9
:1006100003340334043404340434053405340 53419
:1006200006340634063407340734073408340834F3
:1006300008340934093409340A340A340A340B34CE
:100640000B340B340C340C340C340D340D340D34A9
:100650000E340E340E340F340F340F341034103483
:10066000103411341134113412341234123413345E
:100670001334133414341434143415341534153439
:100680001634163416341734173417341834183413
:10069000183419341934193 41A341A341A341B34EE
:1006A0001B341B341C341C341C341D341D341D34C9
:1006B0001E341E341E341F341F341F34203420 34A3
:1006C00020342134213421342234223422342334 7E
:1006D0002334233424342434243425342534253459
:1006E0002634263426342734273427342834283433
:1006F0002834293429342 9342A342A342A342B340E
:100700002B342B342C342C342C342D342D342D34E8
:100710002E342E342E342F342F342F3430343034C2
:10072000303431343134313432343234323433349D
:100730003334333434343434343435343534353478
:100740003634363436343734373437343834383452
:100750003834393439343934 3A343A343A343B342D
:100760003B343B343C343C343C343D343D343D3408
:100770003E343E343E343F343F343F3440344034E2
:10078000403441344134413442344234423443 34BD
:100790004334433444344434443445344534453498
:1007A0004634463446344734473447344834483472
:1007B000483449344934 49344A344A344A344B344D
:1007C0004B344B344C344C344C344D344D344D3428
:1007D0004E344E344E344F344F344F3450345034 02
:1007E000503451345134513452345234523453 34DD
:1007F00053345334543454345434553455345534B8
:02400E00F13F80
:00000001FF
```

От редакции. _Схема алгоритма работы программы таймера и ее исходный текст имеются на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/07/timer.zip>._

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

тел. 208-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Диагностическая плата с интерфейсом PCI

Н. ИВАНЕНКО, Е. КОЛЕСНИКОВ, г. Павловск Воронежской обл.

Предлагаем вниманию радиолюбителей, занимающихся ремонтом компьютеров, диагностическую плату с разъемом PCI. Установленные на ней светодиодные семиэлементные индикаторы отображают коды неисправностей, формируемые диагностической программой POST — неотъемлемой частью BIOS компьютера, обязательно выполняемой при включении питания.

На некоторых материнских платах предусмотрена встроенная система диагностики и установлены индикаторы, позволяющие быстро локализовать неисправность. Но как быть с остальными? Здесь и поможет устройство, описанное в статье.

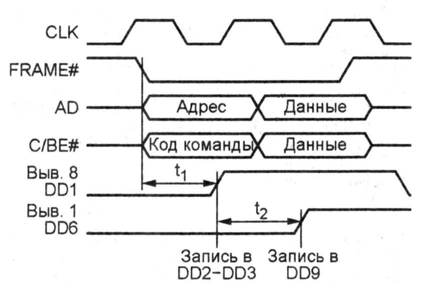


Рис. 1

Для старых материнских плат с шиной ISA очень недорогую диагностическую плату можно было приобрести или изготовить. На современных материнских платах шины ISA нет, ее заменила более совершенная шина PCI. Полноценные профессиональные диагностические платы для такой шины относительно дороги, сложны, используют в качестве элементной базы ПЛИС. Однако в большинстве случаев вполне достаточно только отображать на индикаторах POST-коды, а для этого нет никакой необходимости использовать все возможности шины PCI. Плату с упрощенным интерфейсом удалось собрать на нескольких доступных микросхемах стандартной логики.

На **рис. 1** приведены временные диаграммы сигналов шины PCI при простых операциях чтения—записи. Обычно значения адресов, команд и данных PCI-устройство фиксирует по нарастающим перепадам сигнала CLK. Но если в устройстве, установленном в PCI-слот, не предусмотрено средств выполнения процедуры автоконфигурации (их реализация и представляет основную сложность), контроллер шины его "не видит" и отключает от этого слота многие синхронизирующие и управляющие сигналы, в том числе CLK.

К счастью, сопровождающий информацию об адресах и данных сигнал FRAME# остается включенным. Именно на его использовании основана работа устройства, схема которого изображена на **рис. 2**.

Три соединенных последовательно элемента микросхемы DD1 инвертируют сигнал FRAME# и задерживают его на некоторое время. По нарастающему перепаду импульса на выходе элемента DD1.3 происходит фиксация адреса в регистрах DD2 и DD3 и кода команды в регистре DD4. На микросхемах DD5—DD7 собран дешифратор адреса. Высокий уровень на выходе элемента DD6.4 будет установлен только в том случае, если происходит обращение по адресам 0080H или 0081H, а в регистре DD4 зафиксирован код операции 0011 ("Запись в пространство ввода—вывода").

Благодаря задержкам в дешифраторе адреса и в дешифраторе кода команды (DD8) к этому моменту на шину адреса/данных PCI уже выведено значение POST-кода, которое и будет зафиксировано в регистре DD9.

С выходов регистра DD9 принятый POST-код поступает на дешифраторы-

Рис. 2

тел. 207-89-00
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

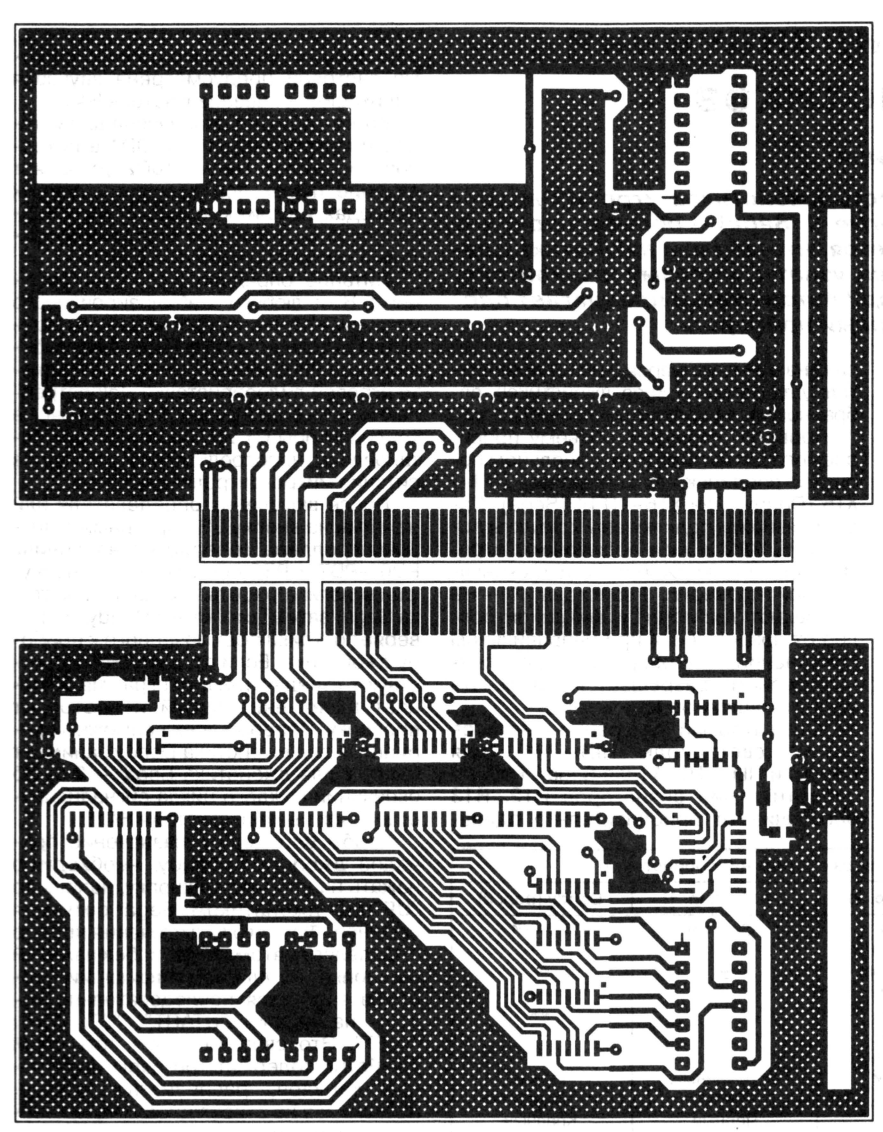


Рис. 3

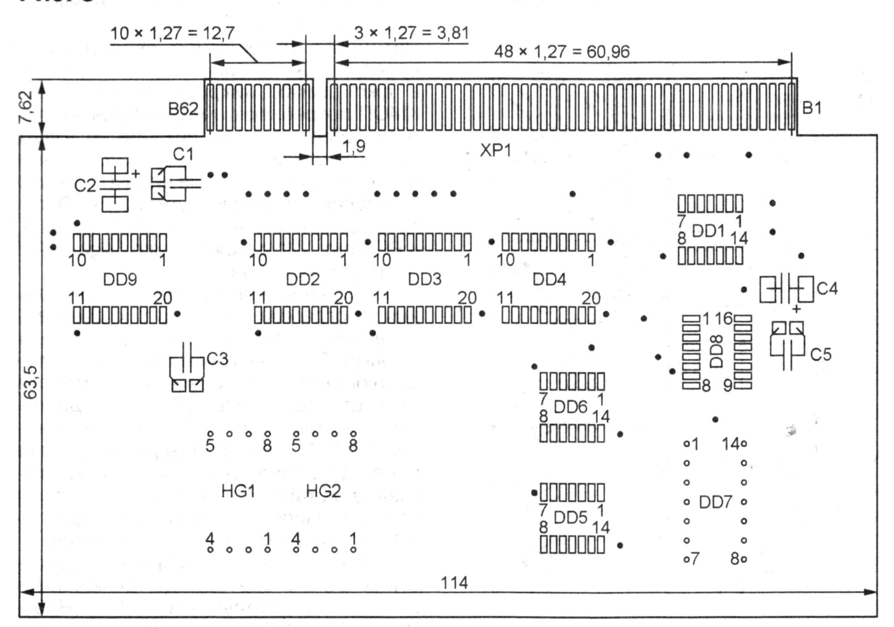


Рис. 4

индикаторы HG1 и HG2, которые и отображают его двумя шестнадцатеричными цифрами. Подобным же "неправильным" способом можно при необходимости фиксировать обращения процессора к любому порту.

Чертежи двух сторон печатной платы толщиной 1,5 мм, на которой собрано устройство, показаны на **рис. 3**, а расположение элементов — на **рис. 4**. Плата рассчитана на установку микросхем (за исключением DD7) в корпусах SOP для поверхностного монтажа. Все конденсаторы — также для поверхностного монтажа.

Изменив конфигурацию печатных проводников, элементы для поверхностного монтажа можно заменить обычными, в том числе отечественными: 74HC00A — К555ЛА3, 74HC574 — КР1564ИР37, 74HC374 — КР1564ИР23 или К555ИР23, 74HC02 — К555ЛЕ1, 74HC138 — КР1564ИД7 или К555ИД7.

Если возникнут трудности с приобретением индикаторов-дешифраторов HDSP0762, вместо них можно установить восемь единичных светодиодов. Аноды светодиодов через резисторы номиналом 330 Ом соединяют с выводами 12—19 регистра DD9, а катоды — с общим проводом.

Собранную и установленную в любой свободный слот PCI плату можно проверить с помощью программы DEBUG, находящейся, как правило, в папке C:\windows\command\. Запустив эту программу, нужно ввести с клавиатуры команду **о 80 XX[Enter]**. Набранное число XX (любое шестнадцатиричное) должно появиться на индикаторах.

Диагностическая плата была проверена в работе с многими материнскими платами на базе различных чипсетов.

От редакции**. Проект печатной платы этого устройства в формате P-CAD 2002 имеется на нашем ftp-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/07/Ps-kodN.zip>.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

тел. 207-89-00
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Определитель назначения проводов джойстиков

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Наиболее частая неисправность джойстиков игровых видеоприставок Dendy и SEGA Mega Drive-II (Sega) — обрывы проводов соединительного шнура. Случается, что разъем джойстика совсем оторван. Как в таком случае узнать, к какому его контакту был припаян тот или иной провод? Автор статьи предлагает сделать для этого микроконтроллерный прибор.

Найти нужный порядок подключения оторвавшихся от разъема проводов простым перебором вариантов затруднительно, так как число вариантов очень велико. Для пятипроводного джойстика Dendy их 2×3×4×5=120, а для девятипроводного от приставки Sega — 2×3×4×5×6×7×8×9=362880. Ориентироваться по цвету соединительных проводов тоже не всегда возможно. В **таблице** приведены некоторые варианты их расцветки, встречающиеся на практике. Это может стать подсказкой при обрыве двух-трех проводов. Однако цвета не стандартизованы, они могут быть и другими.

Напрашивается идея разработки прибора, позволяющего автоматически определять назначение проводов и номера контактов разъемов, к которым они должны быть припаяны. На **рис. 1** изображена схема универсального определителя для Dendy- и Sega-джойстиков, собранного на микроконтроллере ATmega8.

Провода, идущие к разъему проверяемого джойстика в произвольном порядке, соединяют с контактами XT1—XT5 (Dendy) или XT6—XT14 (Sega). Параллельно им подключены контакты вилок XP1, XP2, к ним подключают отремонтированные джойстики для окончательной проверки. Резисторы R1—R9 защищают джойстик и микроконтроллер от повреждения при неправильном соединении. Благодаря ним проверяемый джойстик разрешается подключать к работающему определителю.

Индикаторами нумерации контактов служат светодиоды HL1—HL5 (для Dendy) и HL6—HL14 (для Sega). Разные сопротивления резисторов R12, R13 обеспечивают приблизительно одинаковую яркость свечения светодиодов, соединенных парами и одиночных. Кроме световой предусмотрена звуковая индикация — пьезоизлучатель HA1.

Кнопка SB1 предназначена для установки микроконтроллера DD1 в исходное состояние. Цепь R10C2 устраняет влияние помех при излишне длинных проводах, идущих к кнопке. В микроконтроллере DD1 включен внутренний тактовый генератор частотой 1 МГц.

Питание определителя — напряжение 5 В от любого стабилизированного источника. При необходимости его можно снять с выводов интегрального стабилизатора 7805 или аналогичного на плате игровой видеоприставки. Ток потребления — не более 20 мА. Блокировочные конденсаторы C1 и C3 должны быть установлены непосредственно у выводов питания микроконтроллера DD1.

После включения определителя или нажатия на кнопку SB1 программа микроконтроллера генерирует на линиях PD0—PD7 и PB0 сигналы, соответствующие логике работы сначала джойстика Sega, затем джойстика Dendy, и проверяет отклики подключенного к прибору джойстика. Если отклики не соответствуют стандартным, программа изменяет назначение линий и повторяет проверку. Перебор всех возможных вариантов для джойстика Dendy занимает 0,5 с, а для джойстика Sega — 2 с. Об окончании каждого цикла сигнализирует щелчок пьезоизлучателя HA1.

Чтобы определить назначение проводов джойстика Dendy, необходимо нажать на нем любую кнопку, например "UP". С джойстиком Sega ситуация сложнее. Факт его подключения прибор определяет автоматически без нажатий на кнопки, но для идентификации проводов требуется последовательно нажать на кнопки "START", "A", "UP", "LEFT". Это связано с тем, что такой джойстик содержит три пары идентичных каналов, распознать которые, не нажимая на относящиеся к ним кнопки, невозможно.

Во избежание ложного определения нумерации проводов алгоритм предусматривает трехкратное дублирование проверок. Дело в том, что установленные в джойстиках микросхемы структуры КМОП потребляют очень небольшой ток и способны получать питание не только через предусмотренные для этого выводы, но и через защитные диоды на входах и выходах. Например, в джойстике Dendy трудноразличимы цепи GND (конт. 1) и PE (конт. 12), а в джойстике Sega — A/B (конт. 6) и VCC (конт. 5).

По завершении процесса определения программа переходит к световой и звуковой индикации его результата. Первым будет включен светодиод, указывающий контакт разъема, к которому следует подключить провод, соединенный с контактом XT1 (XT6), последним — к XT5 (XT14). Светодиоды размещены на передней панели определителя, как показано на **рис. 2**, — в строгом соответствии с расположением гнезд девяти- и 15-контактных розеток джойстиков.

Если, например, при проверке джойстика Dendy светодиоды включаются в последовательности HL3—HL5—HL1—HL4—HL2, нужно поменять места-

Контакт разъема джойстика	Цвет провода для джойстика видеоприставки			
	Sega (вар. 1)	Sega (вар. 2)	Dendy (вар. 1)	Dendy (вар. 2)
1	Голубой	Серый	Красный	Белый
2	Белый	Зеленый	—	—
3	Черный	Оранжевый	—	—
4	Красный	Желтый	—	—
5	Розовый	Синий	—	—
6	Зеленый	Белый	—	—
7	Коричневый	Коричневый	—	—
8	Желтый	Красный	Коричневый	Черный
9	Серый	Черный	Синий	Синий
12	—	—	Черный	Красный
15	—	—	Желтый	Желтый

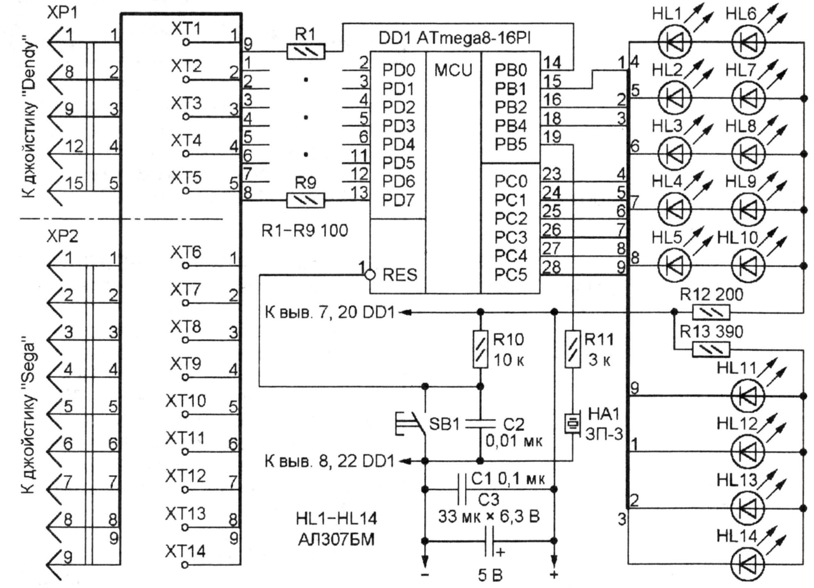


Рис. 1

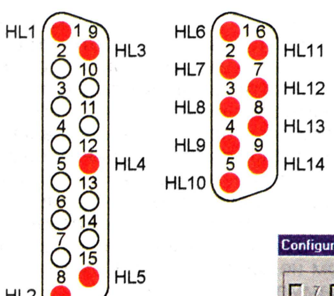


Рис. 2

ми провода, соединенные с контактами XT1 и XT3, а также с XT2 и XT5. О правильном подключении свидетельствует включение светодиодов строго в порядке возрастания номеров контактов. После ремонта в этом можно убедиться, подключив джойстик к разъему XP1.

Иногда проверять джойстики Dendy не требуется. В этом случае можно не устанавливать в определитель контакты XT1—XT5 и разъем XP1, а светодиоды HL1—HL5 заменить перемычками. Аноды всех оставшихся светодиодов можно соединить вместе, а резистор R12 не устанавливать. Аналогичным образом, отказавшись от проверки джойстиков Sega, можно удалить относящиеся к ним элементы (XT6—XT14, XP2, HL6—HL14, R13).

Резисторы и конденсаторы подойдут любые соответствующих номиналов. Пьезоизлучатель ЗП-3 может заменить ЗП-1, ЗП-19 или "пищалка" от музыкальной открытки, светодиоды HL1—HL14 — любые диаметром 3 или 5 мм. Разъемы DB-15M (XP1) и DB-9M (XP2) можно найти на неисправных компьютерных платах. Контакты XT1—XT14 могут быть выполнены в виде винтовых или пружинных зажимов, гнезд от разъемов, в крайнем случае — фольговых площадок на монтажной плате, к которым припаивают провода джойстика.

Микроконтроллер — любой из семейств ATmega8 и ATmega8L в 28-выводном корпусе. Для других контроллеров

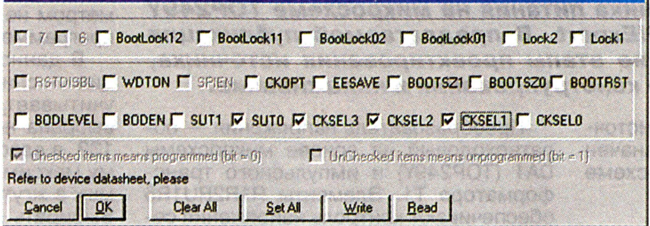


Рис. 3

серии AVR, например, для ATmega8515, придется перекомпилировать написанную на языке С программу. Для этого можно воспользоваться свободно распространяемым пакетом программ WinAVR, "скачав" его на странице <**http://sourceforge.net/projects/winavr/**>. Перед загрузкой программы в микроконтроллер следует установить нулевые значения конфигурационных разрядов (fuses) SUT0, CKSEL3, CKSEL2, CKSEL1. Если для программирования используется программа PonyProg2000, ее окно **Command—Configuration and Security bits** должно выглядеть, как показано на **рис. 3**.

После включения питания или нажатия на кнопку SB1 определителя звучит начальная сирена, на секунду с пониженной яркостью включаются все светодиоды. Это проверка исправности звуковой и световой сигнализации.

В отсутствие подключенного джойстика из пьезоизлучателя HA1 с периодом 2 с раздаются двойные щелчки. Они продолжаются и после подключения джойстика Dendy. Следует нажать на любую кнопку джойстика и удерживать ее не менее 2 с. В результате период повторения щелчков уменьшится до 0,5 с, затем раздастся трель и с паузами в 1 с начнут включаться светодиоды HL1—HL5 (на другие светодиоды можно не обращать внимания). Нажатия на кнопки исправного джойстика Dendy приводят к разным по высоте звукам. При залипшей кнопке звук будет слышен постоянно. Если джойстик неисправен — звука не будет.

Через 2...3 с после подключения к определителю джойстика Sega прозвучат две трели, период щелчков уменьшится приблизительно до 1 с. Необходимо поочередно нажимать на кнопки START (или C), A (или B), UP (крестовина вверх), LEFT (крестовина налево), удерживая каждую не менее 1 с. Если джойстик исправен, после каждого нажатия будут кратковременно вспыхивать все светодиоды и раздаваться звуковой сигнал. Затем прозвучит трель и светодиоды HL6—HL14 начнут включаться поочередно с паузами в 1 с. Не обращают внимания в данном случае на светодиоды HL1—HL5.

***От редакции**. Программа микроконтроллера находится на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/07/dtest.zip**>.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, скриншот — автора

ОБМЕН ОПЫТОМ

Вариант сигнализатора "паяльник включен"

С. РУСАНОВ, г. Серов Свердловской обл.

В "Радио", 2001, № 10 на с. 45 помещена статья Д. Турчинского "Звуковой сигнализатор "паяльник включен". Я собрал это устройство и даже нашел способы его улучшить, но осталась уверенность, что оно может быть существенно упрощено. Свой более простой вариант сигнализатора предлагаю вниманию читателей.

Схема устройства представлена на **рис. 1**. Оно представляет собой обычный генератор ЗЧ, собранный по стандартной схеме на логических элементах DD1.3, DD1.4, работой которого управляет второй генератор инфранизкой частоты на элементах DD1.1, DD1.2. Цепь ОС этого генератора построена так, что он формирует короткие (около 0,5 с) импульсы с паузами длительностью примерно 6 мин.

При совместной работе обоих генераторов формируются короткие редкие тональные сигналы. Чтобы увеличить громкость сигналов, частоту генератора ЗЧ следует приблизить к резонансной частоте звукоизлучателя HA1 подборкой резистора R3. На время регулировки сле-

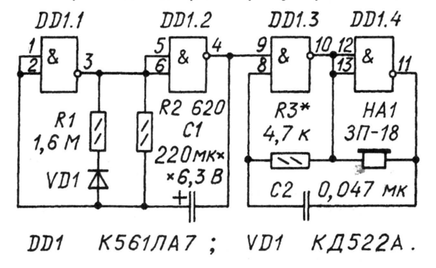


Рис. 1

дует этот резистор заменить переменным, сопротивлением 10 кОм, и замкнуть между собой входы элемента DD1.3.

Паузы между сигналами можно увеличить вдвое, если к конденсатору C1 подключить параллельно еще один такой же.

Узел питания сигнализатора по схеме такой же, как у прототипа (**рис. 2**), но номиналы некоторых деталей изменены. Важно заметить лишь, что емкости сглаживающего конденсатора C2

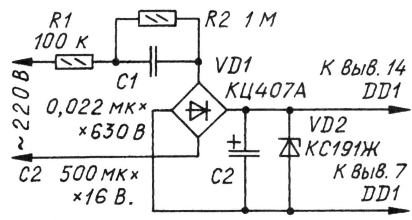


Рис. 2

у прототипа совершенно недостаточно (4,7 мкФ). При емкости 47 мкФ его звуковые сигналы стали "чище" и четче.

Сигнализатор я собрал в небольшой пластмассовой коробке и прикрепил его к сетевому переходнику для включения "евровилки" в обычную розетку. Это дало возможность совместной работы сигнализатора с другими потребителями без перепайки и демонтажа.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

тел. 207-89-00
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2006

Стабилизированный ИИП на микросхеме TOP249Y для УМЗЧ

С. КОСЕНКО, г. Воронеж

В статье автора "Автоматизированное проектирование обратноходового преобразователя на микросхемах TOPSwitch" ("Радио", 2006, № 4, с. 30—32) описан процесс расчета импульсного трансформатора источника питания на микросхеме TOP249Y с помощью программы PIExpert. В предлагаемой публикации рассмотрены завершающие этапы проектирования источника, практические вопросы его конструирования и налаживания.

Проектируемый импульсный источник питания (ИИП) предназначен для питания УМЗЧ на микросхеме TDA7294 [1].

Основные технические характеристики

Напряжение питающей сети, В . . . . .176...264
Выходное напряжение, В (при токе нагрузки, А):
 каналы 1—2 . . . . .2×35 (3)
 каналы 3—4 . . . . 2×15 (0,2)
Частота преобразования, кГц 66
Пульсации выходного напряжения, мВ, не более 3,5
КПД, %, не менее 85

Схема ИИП показана на **рис. 1**. Термистор RK1 уменьшает импульс тока в момент включения в сеть. Двухобмоточный дроссель L1 и конденсаторы C1—C3 образуют сетевой помехоподавляющий фильтр, который предотвращает проникновение высокочастотных пульсаций, создаваемых преобразователем, в питающую сеть. Диодный мост VD1 выпрямляет напряжение сети, а конденсатор C4 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения.

Преобразователь напряжения — обратноходовый на основе микросхемы DA1 (TOP249Y) и импульсного трансформатора T1. Элементы R1R2RU1R5 обеспечивают контроль напряжения сети микросхемой DA1. Элементы VD3VD4R6R7C7 — демпфирующая цепь, которая подавляет импульсы напряжения, возникающие на сетевой обмотке I трансформатора T1. Обмотка II — обратной связи. Обмотки III и IV — выходные, соответственно каналов 3—4 и 1—2. Диоды VD9—VD12 выпрямляют напряжение 2×35 В каналов 1—2, диоды VD7 и VD8 — напряжение 2×15 В каналов 3—4. Элементы L2—L4, C11—C14, C17—C20 образуют фильтры, подавляющие пульсации и препятствующие проникновению помех в УМЗЧ. Узел на микросхеме DA2, резисторах R9—R14, конденсаторах C15, C16 совместно с оптроном U1 и элементами R3R4C5C6 формирует обратную связь для стабилизации выходного напряжения +35 В.

Результаты расчета импульсного трансформатора T1 с помощью программы **PIExpert 5.0** приведены на рис. 6 статьи [2]: магнитопровод — ER49/27/17 с немагнитным зазором 1,5 мм на центральном стержне; обмотка I — 42 витка, III.1, III.2 — по 5 витков, IV.1, IV.2 — по 11 витков, обмотка II — 4 витка. Для первичной обмотки трансформатора с помощью этой программы выбран провод с наружным диаметром 0,98 мм (по меди — 0,93 мм [3, табл. 5]), при этом плотность тока в номинальном режиме (эффективное значение тока — 2 А [2]) не превышает 4 А/мм^2. Однако для уменьшения потерь программа рекомендует использовать вместо одного несколько параллельных проводов диаметром не более 0,4 мм. Обмотка V по программе не рассчитывалась.

В данном случае такая рекомендация — слишком общая. Программа не учитывает, что для преобразователя выбрана не основная рабочая частота 132, а вдвое меньшая — 66 кГц, поэтому максимальный диаметр объединяемых в жгут проводов можно увеличить. Выбирать диаметр одинарного провода, из которого изготавливают жгут, в зависимости от рабочей частоты специалисты фирмы Power Integrations рекомендуют с помощью графика в [4], но на нем частотная шкала — логарифмическая, а диаметр провода указан по стандарту AWG, что затрудняет пользование графиком. Аналогичный более удобный график представлен на **рис. 2**. Из него видно, что на частоте 66 кГц рекомендуемый диаметр провода — не более 0,52 мм.

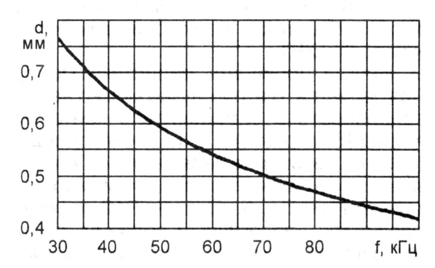


Рис. 2

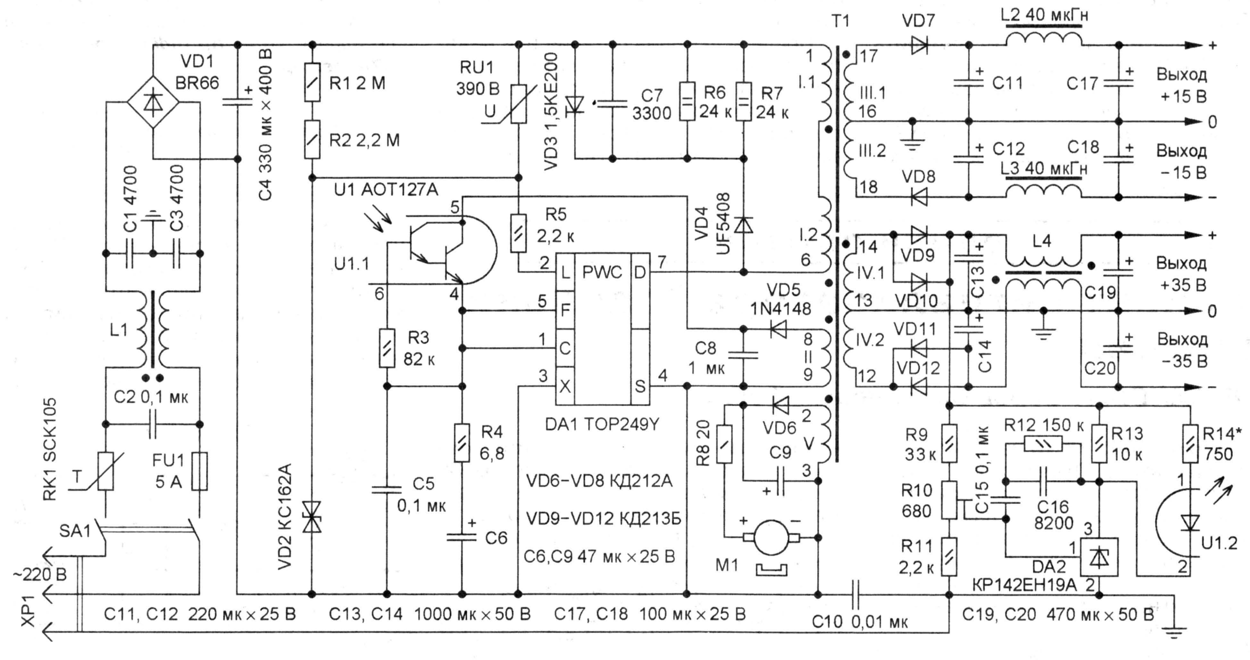


Рис. 1

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
Прием статей: mail@radio.ru тел. 207-89-00
Вопросы: consult@radio.ru

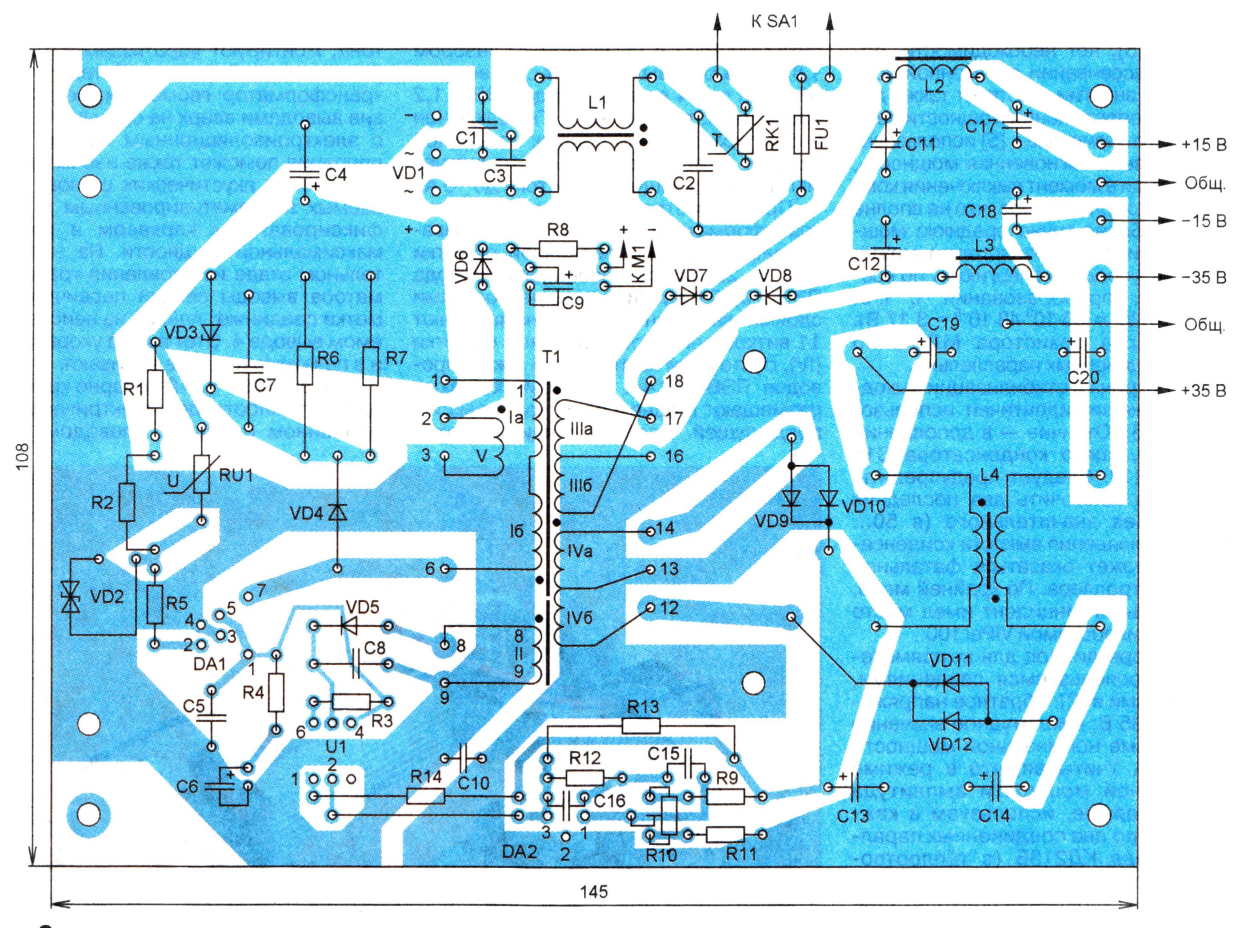


Рис. 3

При эффективном значении тока в обмотке 2 А желательно использовать три провода диаметром 0,47 мм [4]. Из-за отсутствия последнего использованы два провода диаметром 0,59 мм, что привело к несущественному увеличению плотности тока в обмотке относительно исходного значения 4 А/мм². Практическая проверка показала, что трансформатор нагревается не больше, чем рассчитано программой.

Аналогично рассчитаем диаметр провода вторичных обмоток. Для источника 2×35 В в номинальном режиме ($I_{нагр}$=3 А) эффективное значение тока в обмотке — 4,53 А [2]. Для имеющегося у автора провода ПЭВ-2 0,44 при ранее выбранной максимальной плотности тока 4 А/мм² один проводник способен обеспечить протекание 0,61 А, требуемое число проводников в обмотке должно быть не менее 4,53/0,61=7,42, которое округляем до 8. Для источника 2×15 В из соображений унификации проводов можно использовать одинарный ПЭВ-2 0,44.

В результате измерения коэффициента индуктивности магнитопровода сделан вывод, что для требуемой индуктивности 365 мкГн достаточно 40 витков первичной обмотки. Число витков других обмоток осталось прежним.

Следует отметить, что программа **PIExpert 5.0** оставляет без внимания расчет вспомогательных элементов, поэтому на их выборе необходимо остановиться подробнее. Особого внимания заслуживает выбор элементов в цепи проверки напряжения сети. В этих цепях программа рекомендует использовать резистор сопротивлением 4,2 МОм, соединяющий сетевой выпрямитель и вход L микросхемы DA1. С таким резистором ИИП будет отключаться при снижении переменного напряжения сети менее 175 В. На схеме защитный резистор составлен из двух последовательно соединенных R1 и R2. Один резистор использовать нежелательно, так как по техническим условиям напряжение на нем не должно превышать 200 В, а оно достигает 380 В. Недостатком такой контрольной цепи, как сообщает программа, является слишком высокий порог отключения при увеличении сетевого напряжения — более 700 В! В техническом описании **top242-250.pdf** отсутствуют рекомендации по устранению этого недостатка. Автор усовершенствовал защитную цепь, подключив варистор RU1 параллельно резистору R1R2. Добавлены стабилитрон VD2 как вспомогательный токоприемник и резистор R5, который распределяет ток между стабилитроном и входом L микросхемы DA1. Благодаря применению варистора верхний порог отключения не превышает 380 В.

Следующий узел, требующий дополнительных расчетов, — демпфирующая цепь VD3R6R7C7. Рассчитаем ее параметры. Расчетное значение индуктивности первичной обмотки трансформатора — 365 мкГн, измеренное — 377 мкГн. Суммарная индуктивность вторичных обмоток — 90,6 мкГн. При замыкании накоротко всех вторичных обмоток измерена индуктивность рассеяния, связанная с первичной и вторичными обмотками, — 5,3 мкГн. Если предположить, что индуктивность рассеяния пропорциональна индуктивности связанной с ней обмотки, на долю первичной обмотки приходится индуктивность рассеяния $L_L=5{,}3\times377/(377+90{,}6)=4{,}3$ мкГн. Энергия, накопленная в индуктивности рассеяния к моменту выключения коммутирующего транзистора, равна $W_L=L_L\times(I_P)^2/2=(4{,}3\times10^{-6}\times4{,}72^2)/2=48$ мкДж (обозначения пояснены в [2]). Эта энергия передается в демпфирующий конденсатор C7. Предположим, что увеличение напряжения на конденсаторе при этом достигнет ΔU=175 В несколько меньше допустимого U_{CLO}=200 В для снижения нагрузки на диод. Тогда $W_C=C(\Delta U)^2/2$. Приравняв энергию для индуктивности рассеяния и демпфирующего конденсатора, после подстановки числовых данных получим $C=L_L\times(I_P)^2/(\Delta U)^2=2\times48\times10^{-6}/175^2\approx3300$ пФ.

Ограничительный диод VD3 предназначен для защиты от импульсных выбросов напряжения (TVS — Transient Voltage Supressor). Он способен выдержать импульс с мгновенной мощностью 1,5 кВт. При импульсном токе не более 5,2 А напряжение на этом диоде не превысит 287 В.

Сопротивление резистора в демпфирующей цепи должно быть [5] не более $R = -1/(66\times10^3\times3{,}3\times10^{-9}\times\ln((635-200)/635))$ = 12 кОм. Уменьшать

тел. 207-89-00 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

номинал резистора вдвое, как это рекомендуют в [5], нет необходимости, поскольку в рассеивании полученной конденсатором энергии участвует также диод VD3. При определении мощности демпфирующего резистора в [5] использована максимальная мгновенная мощность, рассеиваемая в момент выключения коммутирующего транзистора, что не вполне корректно. Более точно среднюю мощность, рассеиваемую резистором, можно рассчитать, усреднив энергию W_L по всему периоду преобразования T, т. е. $P = W_L/T = f{\cdot}W_L = 66{\cdot}10^3{\cdot}48{\cdot}10^{-6} = 3{,}17$ Вт. Выбираем два резистора МЛТ-2 по 24 кОм, соединенных параллельно.

Узел контроля и стабилизации выходного напряжения идентичен использованному в [6]. Отличие — в дополнении стабилизирующего конденсатора C15 цепью C16R12. Следует предупредить, что попытка исключить два последних элемента без значительного (в 50...100 раз) уменьшения емкости конденсатора C15 может оказаться фатальной для ШИ контроллера. По крайней мере, такой печальный инцидент имел место у автора с микросхемой VIPer100.

При выборе диодов для выпрямителей 35 В воспользуемся сведениями, приведенными в [2]: обратное напряжение P_{ISVX} = 135 В; амплитудное значение тока в режиме номинальной мощности I_{SPX} = 8,48 А. Учитывая, что в режиме максимальной мощности амплитуда тока еще больше, используем в каждом канале по два соединенных параллельно диода КД213Б (с теплоотводом). Несколько хуже по времени обратного восстановления подходят другие приборы этой серии. В каналах +15 В и –15 В обратное напряжение P_{ISVX}=58 В, амплитуда тока I_{SPX} = 0,57 А, поэтому вполне подойдут диоды КД212А без теплоотвода.

Конструкция и детали.

Диодный мост BR66 (максимальный ток — 6 А, обратное напряжение — 600 В), сетевой фильтр L1C1C2C3 и теплоотводы для диодов VD9—VD12 использованы из компьютерного блока питания мощностью 250 Вт. Также от него использованы вентилятор и стальной корпус, эффективно экранирующий помехи. Больше всех нагреваются элементы RK1, R6, R7, DA1, VD9—VD12. Технические условия позволяют эксплуатировать их при температуре гораздо большей, чем устанавливающаяся в блоке без вентиляции (около 90 °С), но надежность при этом снижается. Поэтому решено использовать принудительное охлаждение с помощью вентилятора M1, снизив его напряжение питания с 12 до 9,5 В. В этом случае шум существенно меньше при сохранении высокой эффективности охлаждения.

Печатную плату устройства, чертеж которой представлен на **рис. 3**, устанавливают внутри корпуса взамен исходной на штатные посадочные места. Фотография собранного ИИП без верхней крышки показана на **рис. 4**. Розетку для подключения сетевого кабеля видеомонитора из корпуса удаляют, на ее месте монтируют выключатель питания SA1.

Дроссели L2, L3 — промышленного изготовления: высокочастотные малогабаритные серии ДМ-0,6. Дроссель L4 — ДФ2 на магнитопроводе Ш8×8 из феррита 2000НМ1 с немагнитным зазором 1,8 мм на боковых стержнях, имеет две обмотки по 24 витка провода ПЭВ-2 1,2 индуктивностью по 25 мкГн, заключен в короткозамкнутый бандаж из медной фольги. У этого дросселя отсутствует магнитное насыщение при токе до 15 А.

При изготовлении импульсного трансформатора T1 вначале наматывают первую секцию первичной обмотки (I.1) из 20 витков сдвоенного провода ПЭВ-2 0,59 и изолируют ее несколькими слоями лакоткани. Затем наматывают 11 витков основной вторичной обмотки (IV), состоящей из 16 свитых в жгут проводов ПЭВ-2 0,44. Эту обмотку также размещают в одном слое, как и секцию предыдущей. После изоляции наматывают "вразрядку", располагая по всей ширине каркаса, 5 витков из трех проводов (2×ПЭВ-2 0,44 и один — МГТФ) оставшихся вторичных обмоток (II и III). МГТФ используют для обмотки II обратной связи, причем, как показали испытания, увеличение ее выходного напряжения с 12 до 15 В не только не критично, но более благоприятно для улучшения регулировочных характеристик блока питания. Снова уложив несколько слоев изоляции, продолжают намотку второй секции первичной обмотки (I.2) — 20 витков сдвоенного провода ПЭВ-2 0,59. Наложив слой изоляции, наматывают обмотку (V) — 4 витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,44 мм, предназначенную для питания вентилятора M1. Наконец, изолируют обмотки, собирают и склеивают половины магнитопровода, фиксируют на нем каркас прокладками из картона, монтируют короткозамкнутый экран из медной фольги. Затем готовый трансформатор герметизируют, погрузив выводами вверх на один час в сосуд с электроизоляционным лаком. Такая операция поможет также избежать возникновения акустических шумов, издаваемых негерметизированным и незафиксированным каркасом в режиме максимальной мощности. На заключительном этапе изготовления трансформатора выводы секций первичной обмотки соединяют пайкой на неиспользуемом выводе 4. Этот вывод укорачивают и в печатную плату не впаивают.

Диоды VD9—VD12 попарно крепят на одном теплоотводе, электрически соединенном с общим проводом через монтажные винты-саморезы, через слюдяную подложку с применением теплопроводящей пасты. Аноды диодов VD9VD10 и катоды VD11VD12 объединены и попарно вставлены в соответствующие отверстия платы. Подходящие к ним, а также к дросселю НЧ фильтра печатные проводники утолщают припоем. Другие выводы диодов объединяют навесным способом и удлиняют отрезками провода ПЭВ-2 1,8, которые также припаивают к соответствующим печатным проводникам.

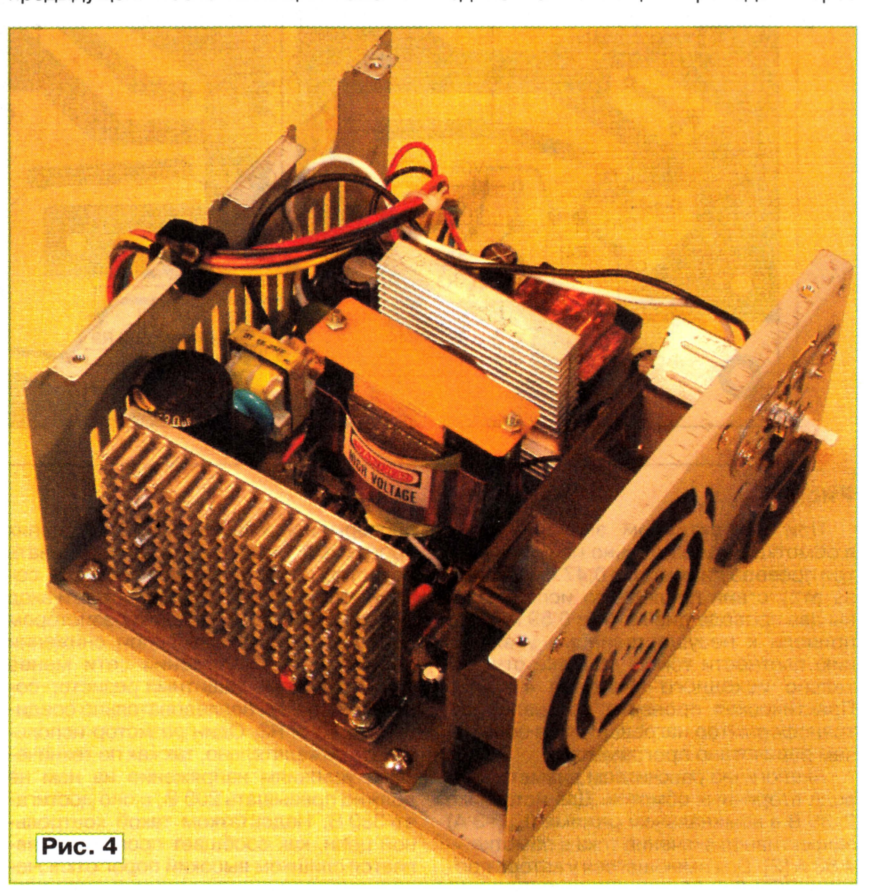


Рис. 4

Микросхема DA1 установлена на игольчатом теплоотводе размерами 52×80×16 мм, который фиксируют с помощью уголковых стоек на расстоянии 6 мм от печатной платы над элементами цепи контроля напряжения сети. При этом выводы DA1 не требуется ни удли-

нять, ни укорачивать. Микросхему крепят к теплоотводу с применением теплопроводящей пасты без электрической изоляции. **Фланец микросхемы DA1 и ее теплоотвод соединены с общим высоковольтным проводом питания, гальванически связанным с сетью, что следует иметь в виду при налаживании устройства.** Внутреннюю поверхность корпуса устройства со стороны теплоотвода, а также под печатной платой оклеивают лакотканью.

Конденсаторы C1—C3, C7, C10 — пленочные или керамические с номинальным напряжением не менее 1 кВ, C8, C15, C16 — не менее 50 В. Остальные конденсаторы (оксидные) должны иметь емкость и номинальное напряжение не меньше указанных на схеме. Рассчитанная программой емкость сглаживающего конденсатора сетевого выпрямителя C4 — не менее 220 мкФ. Измеренная емкость импортных оксидных конденсаторов часто бывает меньше номинальной. Поэтому применен конденсатор с номинальной емкостью 330 мкФ и номинальным напряжением 400 В фирмы Samsung. Его измеренная емкость оказалась на 10 % меньше.

Постоянные резисторы — МЛТ или С2-33 указанной на схеме мощности. Подстроечный резистор R10 — СП3-19а. Варистор RU1 TVR10391 может быть заменен аналогичным S10K250. Терморезистор RK1 — SCK105. При его отсутствии допустимо применить широко используемый в компьютерных блоках питания SCK103, но он будет работать менее надежно.

TVS-диод 1,5KE200 (VD3) может быть заменен на 1N6303 или P6KE200. Демпфирующий диод UF5408 (VD4) — заменен на КД257Д или FR207. Диод 1N4148 (VD5) можно заменить на КД521А.

Оптрон U1 должен быть с составным фототранзистором. АОТ127А можно заменить зарубежным 4N33. Микросхема DA2 КР142ЕН19А заменима импортным аналогом TL431 с любым буквенным индексом.

Разъем XP1 — трехконтактная сетевая вилка. Нижний по схеме вывод — заземляющий контакт.

Налаживание. До установки на плату микросхемы TOP249Y желательно с помощью универсального прибора для проверки ИИП [7] убедиться в исправности использованных элементов, отсутствии ошибок монтажа и эффективности демпфирующей цепи. Движок подстроечного резистора R10 должен находиться в нижнем по схеме положении. Затем между контактными площадками выводов 2 и 3 микросхемы DA1 через миллиамперметр (1...10 мА) присоединяют маломощный стабилитрон на 5,6 В (анодом к выводу 3). На конденсатор C8 подают напряжение +15 В (плюс — к верхнему по схеме выводу). Другой источник напряжения +35 В подключают к верхнему по схеме выводу резистора R9 относительно вывода 2 микросхемы DA2. Плавно перемещая движок подстроечного резистора R10 вверх по схеме, наблюдают за стрелкой миллиамперметра, и как только она придет в движение, регулировку прекращают.

Затем между контактными площадками выводов 2 и 3 микросхемы DA1 включают микроамперметр. Включают ИИП в сеть через ЛАТР, выходное напряжение которого увеличивают от 175 до 275 В. Ток, измеренный микроамперметром, должен возрасти от 50 до 200 мкА, что и требуется по техническим условиям на микросхему TOP249Y. В противном случае выбирают другой экземпляр варистора.

На следующем этапе отключают лабораторные источники и измерители тока, после чего устанавливают микросхему DA1. К выходам 2×15 В подключают маломощные лампы накаливания, индицирующие включение устройства, а к выходам 2×35 В через амперметр на 5 А — регулируемую нагрузку сопротивлением 40...50 Ом с рассеиваемой мощностью не менее 250 Вт. Автор использовал для этого четыре проволочных реостата по 12 Ом. Порог срабатывания защиты от токовой перегрузки должен быть в пределах 3,5...4 А (в авторском экземпляре — 3,8 А).

Стабильность выходного напряжения определяется сопротивлением резистора R14. В авторском варианте (750 Ом) выходное напряжение 35 В поддерживается с точностью до 0,05 В при всех допустимых изменениях входного напряжения и тока нагрузки. При увеличении его сопротивления до 1 кОм выходное напряжение возрастает на 0,3 В при максимальной нагрузке и минимальном входном напряжении. Если сопротивление резистора R14 снизить до 560 Ом, выходное напряжение будет меньше на 0,3 В при тех же условиях.

Полученные результаты подтверждают высокие характеристики микросхемы TOP249Y, но при проектировании блоков питания на ее основе следует учесть, что в момент включения на входе УМЗЧ не должно быть звукового сигнала, в противном случае возможно срабатывание токовой защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сырицо А.** УМЗЧ на микросхеме TDA7294. — Радио, 2000, № 5, с. 19—21.
2. **Косенко С.** Автоматизированное проектирование обратноходового преобразователя на микросхемах TOPSwitch. — Радио, 2006, № 4, с. 30—32.
3. **Першин В.** Расчет сетевого трансформатора источника питания. — Радио, 2004, № 5, с. 57.
4. Application Note AN-18. Flyback Transformer Construction Guide. — <**http://powerint.com/PDFFiles/an18.pdf**>.
5. **Семенов Ю.** Разработка однотактных обратноходовых преобразователей напряжения. — Радио, 2001, № 11, с. 43—45.
6. **Косенко С.** VIPer-коммутируемый импульсный ИП для УМЗЧ. — Радио, 2004, № 10, с. 17—19.
7. **Косенко С.** Универсальный прибор для проверки ИИП. — Радио, 2003, № 8, с. 38—41.

***От редакции**. Последовательно с варистором RU1 желательно включить токоограничительный резистор сопротивлением 22 кОм и номинальной мощностью рассеяния не менее 1 Вт.*

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков, фото — автора

Усовершенствованный блок управления стабилизатора переменного напряжения

М. ОЗОЛИН, с. Красный Яр Томской обл.

Автору удалось существенно упростить блок управления мощными симисторами в стабилизаторе переменного напряжения, описанном в ранее опубликованной статье, при сохранении параметров устройства.

На основе анализа схемы стабилизатора переменного напряжения, описанного в статье А. Година "Стабилизатор переменного напряжения" ("Радио", 2005, № 8, с. 33—36), сделан вывод, что блок управления мощными симисторами слишком сложен и может быть упрощен без ухудшения параметров всего устройства. В результате мною разработан простой по конструкции блок управления, по параметрам не уступающий прототипу, но содержащий гораздо меньше элементов.

Схема усовершенствованного блока управления показана на **рис. 1**. Силовой модуль, содержащий автотрансформатор T2 с отводами и мощные симисторы, не был изменен, его схема соответствует рис. 1 исходной статьи. Для измерения напряжения сети применен только один компаратор на ОУ DA1.2. На его неинвертирующий вход поступает напряжение с движка подстроечного резистора R7, пропорциональное амплитудному значению напряжения сети. На другой (инвертирующий) вход этого компаратора поступает образцовое ступенчато нарастающее напряжение от 3 до 6 В с шагом около 420 мВ, которое вырабатывает ЦАП на резисторах R9, R12—R14 из двоичного кода с выхода счетчика DD2.1. Резистор R8 обеспечивает гистерезис компаратора, чтобы предотвратить многократное переключение отводов автотрансформатора в случае, когда напряжение сети колеблется вблизи порогового уровня.

На ОУ DA1.1 и резисторе R1 собран другой компаратор с гистерезисом, формирующий измерительный интервал длительностью 10 мс (один полупериод частоты сети). В момент перехода напряжения сети через ноль на выходе ОУ DA1.1 возникает положительный перепад напряжения, из которого дифференцирующая цепь R2C1 формирует импульс записи двоичного кода в буферные регистры счетчика DD3. Счетчик DD2.2 обеспечивает задержку между импульсом записи кода в регистры DD3 и обнулением счетчиков микросхемы DD2, необходимую для достоверной записи двоичного кода в регистры DD3 с выхода счетчика DD2.1, формирующего код образцового напряжения. На элементах DD1.1, DD1.2 собран генератор тактовых импульсов, следующих с частотой около 1,5 кГц. Импульсы тактового генератора изменяют состояние счетчика DD2.1.

Для повышения стабильности ступенчато нарастающего напряжения микросхема DD2 получает питание от отдельного стабилизатора DA2. Следует отметить, что максимальное выходное напряжение операционных усилителей серии LM358N (DA1), использованных как компараторы, приблизительно на 1,5 В меньше напряжения питания. Поэтому микросхема DA1 получает питание от стабилитрона VD4, напряжение стабилизации которого больше напряжения питания цифровых микросхем на указанное выше значение.

Когда образцовое напряжение станет равно или больше напряжения на движке подстроечного резистора R7, выходной сигнал компаратора на ОУ DA1.2 останавливает счетчик DD2.1. Через некоторое время дифференцирующая цепь R2C1 формирует импульс записи кода в буферные регистры оперативной памяти DD3. Записанный в DD3 двоичный код сохраняется до конца следующего измерения и с выходов DD3 подается на соответствующие входы дешифратора DD4. В результате на одном из выходов дешифратора появляется сигнал высокого уровня, вызывающий открывание соответствующего транзистора (VT1—VT7) и протекание тока через один из светодиодов (HL2—HL8) индикации и соединенный с ним излучающий диод оптрона, резистор R18 и открытый транзистор VT8. Один из мощных симисторов откроется и подключит нагрузку к соответствующему отводу автотрансформатора T2. По окончании зарядки конденсатора C1 после записи кода в DD3 счетчик DD2.2 переключается в состояние высокого уровня на выходе 1 (вывод 3). Дифференцирующая цепь R10C7 формирует короткий импульс, который обнуляет счетчики микросхемы DD2. Теперь счетчик DD2.1 готов к следующему циклу измерения напряжения.

Если напряжение сети больше 135 В, но меньше 270 В, в регистры DD3 записывается двоичный код от 001 до 111,

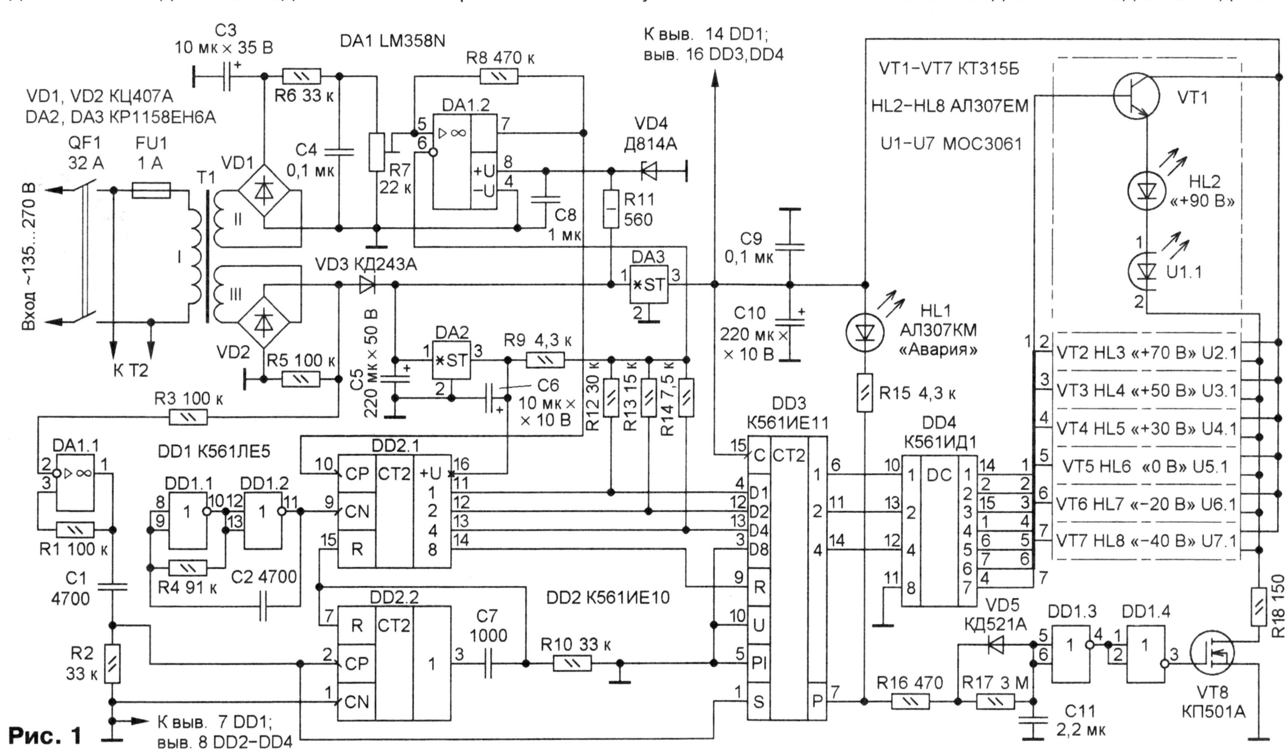
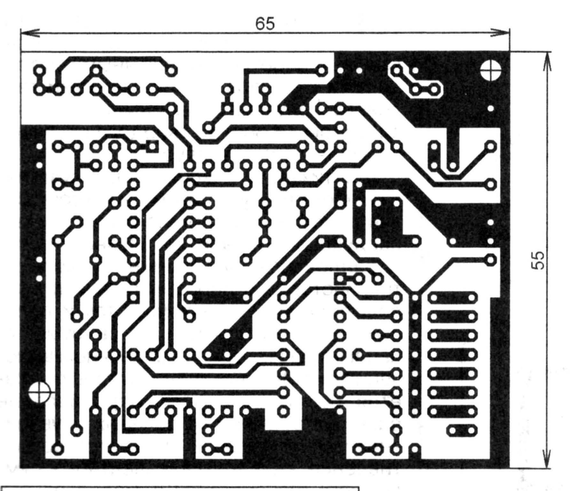


Рис. 1

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 207-89-00



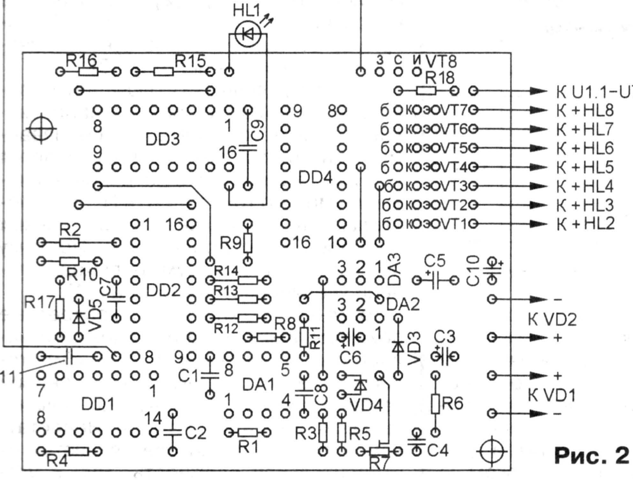


Рис. 2

а на выходе переноса DD3 (вывод 7) формируется высокий логический уровень. При этом конденсатор C11 заряжен, транзистор VT8 открыт, поэтому цепь питания оптронов включена.

Если напряжение сети меньше 135 В, в регистры микросхемы DD3 записывается код 000, что вызывает появление низкого уровня на ее выходе переноса (вывод 7) и быструю разрядку конденсатора C11 через диод VD5 и резистор R16. Транзистор VT8 закрывается, размыкая цепь питания излучающих диодов оптронов, в результате чего ни один мощный симистор не может быть открыт, нагрузка отключена. Включенный светодиод HL1 индицирует выход напряжения сети за допустимые пределы. Для форсированного открывания транзистора VT8 сигнал с конденсатора C11 подается на затвор транзистора через буферные элементы DD1.3 и DD1.4.

Если напряжение сети больше 270 В, нагрузка отключается аналогично, с одной лишь разницей, что обнуление регистров микросхемы DD3 осуществляется высоким уровнем с выхода 8 (вывод 14) счетчика DD2.1. Также включен светодиод HL1. После возвращения напряжения сети в пределы 135...270 В включение нагрузки возможно только по истечении интервала около 5 с (время зарядки конденсатора C11 через резистор R17). Подключение нагрузки к одному из отводов обмотки мощного автотрансформатора T2 происходит при переходе напряжения сети через ноль, поэтому коммутационные помехи малы.

Устройство собрано на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита (**рис. 2**). На плате размещены все детали, кроме трансформатора T1, диодных мостов VD1 и VD2, светодиодов, оптронов, мощных симисторов и автотрансформатора T2. Симисторные оптроны MOC3061 (U1—U7) можно заменить на MOC3062. Резисторы R9, R12—R14 — С2-29В мощностью 0,125 Вт с допуском не хуже 1 %. Подстроечный резистор R7 — СП3-38г. Микросхемы стабилизаторов напряжения (DA2, DA3) можно заменить на 78L06, учтя различие в цоколевке. Микросхему LM358N (DA1) можно заменить отечественным аналогом КР1040УД1 или КР1464УД1Р. Диод VD3 может быть любым из серий КД243А—КД243Ж, 1N4001—1N4007. Стабилитрон VD4 подбирают из числа Д814А с напряжением стабилизации 7...7,6 В. Диод VD5 — любой из серий КД521, КД522.

При налаживании движок подстроечного резистора R7 устанавливают так, чтобы напряжение на нем изменялось от 3 до 6 В при увеличении напряжения сети от 135 до 270 В.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

Малогабаритный импульсный стабилизатор на микросхеме TOP222

Е. ПЛЕТНЕВ, г. Харьков, Украина

Предлагаемое устройство вырабатывает стабильное выходное напряжение при изменении напряжения питающей сети в очень широких пределах.

Устройство предназначено для питания нагрузки, для которой не обязательна гальваническая развязка с электросетью. Устройство может заменить обычно используемые батареи гальванических или аккумуляторных элементов.

Основные технические характеристики

Напряжение питающей сети, В . . . . .60...265
Номинальное выходное напряжение, В 15
Ток нагрузки, мА . . . . .75...200
Стабильность выходного напряжения, % .5
Частота преобразования, кГц 100

Схема импульсного стабилизатора показана на **рис. 1**. Резистор R1 ограничивает пусковой ток. Диодный мост VD1 выпрямляет напряжение сети, фильтр C1C2L1 его сглаживает. Резистор R2 снижает добротность контура, образованного индуктивностью дросселя L1 и его конструктивной емкостью. Остальная часть устройства — импульсный стабилизированный понижающий преобразователь (ИСПП), разработанный фирмой Power Integrations и описанный в [1]. Постоянное напряжение на входе ИСПП может изменяться в очень широких пределах 38...375 В, но при любом допустимом токе нагрузки выходное напряжение отклоняется от номинального значения 15 В не более чем на 5 %. Основа ИСПП — принадлежащая к семейству TOPSwitch-II микросхема TOP222Y (DA1), описание и стандартное включение которой знакомо читателям по статье [2].

В предлагаемом устройстве микросхема применена нестандартно. В начале цикла преобразования открывается мощный выходной МОП транзистор микросхемы, его сток соединен с выводом 3, а исток — с выводом 2. Диод VD2 закрыт. Ток через дроссель L2 линейно нарастает и заряжает конденсатор C5. Магнитопровод этого дросселя накапливает энергию. Под управлением ШИ контроллера микросхемы ее выходной транзистор закрывается, диод VD2 открывается, накопленная дросселем L2 энергия передается в нагрузку и также подзаряжает конденсатор C5. Попутно поглощается импульс напряжения на дросселе L2, что предохраняет выходной транзистор от пробоя.

Выпрямитель VD4C4 вырабатывает напряжение обратной связи. Значение выходного напряжения складывается из образцового напряжения 5,7 В, вырабатываемого внутренним источником микросхемы, и напряжения стабилизации стабилитрона VD3. Количество энергии, передаваемой на выход, регулирует ШИ контроллер. Уменьшение тока нагрузки

тел. 207-89-00 Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

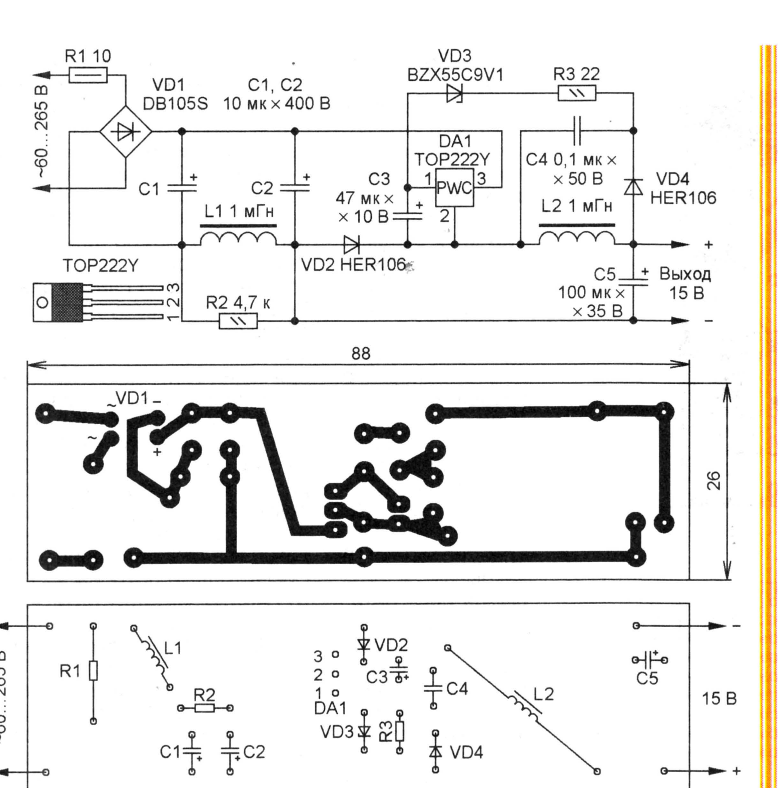


Рис. 1

Рис. 2

ниже 75 мА переводит преобразователь в прерывистый режим работы, возникают пульсации выходного напряжения. Снизить минимально допустимый ток нагрузки до 25 мА можно путем увеличения индуктивности дросселя L2 до 3 мГн [1].

Конструкция и детали. Устройство смонтировано на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Дроссель L1 содержит 40 витков провода ПЭЛ диаметром 0,1...0,2 мм на магнитопроводе К8×4×2,5 из феррита 2000НМ1.

Магнитопровод дросселя L2 накапливает энергию в режиме однополярного намагничивания [3], поэтому он должен иметь зазор или быть изготовлен из материала "с распределенным зазором", такого как Мо-пермаллой, аморфное и порошковое железо. В [1] рекомендуют намотать 143 витка провода ПЭЛ 0,41 на кольцевой магнитопровод Т68-52А (производства фирмы Micrometals) из порошкового железа. Более доступен имеющий близкие параметры магнитопровод Т68-52, на который следует намотать 158 витков того же провода. В наименовании типоразмера кольца первое число означает наружный диаметр (0,68 дюйма), второе — условный номер материала магнитопровода. Каждому номеру соответствует определенная комбинация цветов маркировки, например, 52 — синий и салатный цвета. Более подробная информация приведена в [4].

Вместо Т68-52А возможно использование кольца из феррита 2000НМ1 типоразмера К18×9×5, если ввести в него зазор. Кольцо следует разломить на две половины, затем склеить их эпоксидным клеем, введя в один или в оба зазора прокладку из немагнитного материала (гетинакса, текстолита, картона) суммарной толщиной 1 мм. Применять ферритовый магнитопровод без зазора для дросселя L2 нельзя из-за опасности его насыщения.

Диодный мост сетевого выпрямителя DB105S (VD1) для поверхностного монтажа установлен со стороны печатных проводников. Он может быть заменен на DB106S, DB107S или дискретными диодами с максимальным прямым током не менее 1 А и максимальным обратным напряжением не менее 400 В, например, КД243Г—КД243Ж, 1N4004—1N4007. Диод HER106 (VD2, VD4) —кремниевый быстродействующий с временем восстановления обратного сопротивления не более 70 нс, максимально допустимым обратным напряжением 600 В и максимальным прямым током 1 А. Его допустимо заменить на SF18, BYV26C, MUR160. Вместо стабилитрона BZX55C9V1 (VD3) можно использовать 1N5239C или другой с напряжением стабилизации 9,1 В и мощностью рассеяния 0,5 Вт.

Конденсаторы С1—С3, С5 — импортные оксидные, С4 — любой керамический. Резистор R1 предохранительный Р1-25 или аналогичный импортный сопротивлением 8...10 Ом. В случае его отсутствия можно применить резистор МЛТ-2, соединив последовательно с ним предохранитель на номинальный ток 1 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Design Idea DI-1 TOPSwitch ® Buck Converter. — <**http://www.powerint.com/PDFFiles/di1.pdf**>.

2. **Косенко С.** Проектирование обратноходовых ИИП на TOPSwitch-II с помощью программы VDS. — Радио, 2006, № 3, с. 30—32.

3. **Косенко С.** Особенности функционирования индуктивных элементов в однотактных преобразователях. — Радио, 2005, № 7, с. 30—32.

4. Toroidal Cores T60D thru T80. — <**http://www.micrometals.com/pcparts/torcore3.html**>.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

Малошумящий предварительный усилитель предназначен для совместной работы с низкоомными источниками сигналов — приемниками теплового излучения, например, фоторезистором на основе твердого раствора кадмий—ртуть—теллур.

Достижение максимальной чувствительности требует тщательного согласования источника сигнала с трактом последующей обработки. Известно, что параллельное включение нескольких транзисторов в первой ступени предусилителя, как биполярных, так и полевых, значительно улучшает ее шумовые параметры [1]. При параллельном включении биполярных транзисторов снижается распределенное сопротивление базы, а в ступенях на полевых — увеличивается крутизна и снижается сопротивление канала эквивалентного суммарного транзистора [2]. Параллельное включение нескольких усилителей, например ОУ, также способствует увеличению отношения сигнал/шум [3].

При параллельном включении N усилительных приборов среднеквадратичное значение тока сигнала, передаваемого в нагрузку ступени, увеличивается в N раз, а среднеквадратичное значение шумового тока только в $N^{1/2}$ раз, поскольку шум отдельных усилительных приборов не коррелирован. Поэтому отношение сигнал/шум на выходе ступени увеличивается в $N^{1/2}$ раз [4].

В [4—8] можно найти конкретные примеры практической реализации малошумящих предварительных усилителей различного назначения, в первой ступени которых параллельно включены несколько транзисторов. Недостатком подобных усилителей является их относительная сложность. Так, в устройстве [6] параллельно включены 10 биполярных транзисторов, в [7] — 6 полевых транзисторов, в [5] — 4 пары биполярных транзисторов.

Кроме того, таким усилителям присуща невысокая температурная стабильность параметров, если не приняты специальные меры по термокомпенсации, а также необходимость отбора транзисторов с близкими электрическими характеристиками.

Усилитель, описанный в [3], выгодно отличается от транзисторных, так как наряду с низким уровнем шума, достигнутым путем параллельного включения четырех ОУ, имеет высокую стабильность параметров вследствие глубокой отрицательной ОС, охватывающей одновременно все четыре ОУ. При этом стабильность параметров усилителя в целом определяется в основном стабильностью резисторов цепи ОС.

Есть у усилителя [3] и недостатки. Он построен по схеме усилителя постоянного тока, что затрудняет его согласование с источником сигнала, имеющим постоянную составляющую выходного напряжения, не несущую полезной информации, например, с фоторезистором, включенным последовательно с источником питания и сопротивлением нагрузки. Поэтому для работы усилителя с таким источником сигнала между ними приходится включать разделительный конденсатор. Кроме того, входное сопротивление усилителя слишком вели-

Малошумящий предусилитель для низкоомных фоторезисторных датчиков

О. ИЛЬИН, г. Казань, Татарстан

Схемотехника малошумящих предварительных усилителей сигналов вызывает неослабевающий интерес профессиональных разработчиков и радиолюбителей, причем не только занимающихся звукоусилением. Помещенная ниже статья знакомит с одним из подходов к разработке такого усилителя для ИК фотоприемного устройства.

ко, из-за чего малошумящий режим его входной цепи обеспечить нельзя.

Учитывая вышеизложенное, была предпринята попытка разработать высокостабильный малошумящий предварительный усилитель без разделительного конденсатора на входе и транзисторов в первой ступени. На **рис. 1** представлена схема такого предварительного усилителя.

Основные технические характеристики

Коэффициент усиления напряжения 500
Нормированная ЭДС шума, нВ/Гц$^{1/2}$, не более, при эквивалентном сопротивлении генератора $R_г$ = 30 Ом 1
Входное сопротивление, Ом 30
Нижняя граничная частота полосы пропускания, Гц, не более 10
Верхняя граничная частота полосы пропускания (без корректирующего конденсатора), кГц, не менее 260
Напряжение питания, В ....2×4,5
Потребляемая мощность, мВт, не более 45
Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ....–40...+50

Основой предварительного усилителя служат ОУ DA1, DA2 (1407УД3), у которых параллельно объединены входы, выходы, цепи питания и коррекции. ОУ 1407УД3 представляет собой малошумящий широкополосный усилитель, оптимизированный для работы с низкоомными источниками сигналов. Нормированная ЭДС шума этой микросхемы не превышает 2,5 нВ/Гц$^{1/2}$ (типовое значение — 2 нВ/Гц$^{1/2}$), а частота единичного усиления — не менее 5 МГц.

Характеристики этого ОУ позволяют реализовать предварительный усилитель с высоким коэффициентом усиления напряжения в широкой частотной полосе и низким уровнем шумов без использования транзисторов. Усилитель охвачен общей отрицательной ОС через резисторы R6 и R10, отношением значений сопротивления которых определен коэффициент усиления напряжения. Конденсатор С3 служит для ограничения сверху частотной полосы пропускания и при необходимости получения ее максимального значения может быть исключен. Резистор R11 предназначен для предотвращения возможной неустойчивости усилителя при работе с емкостной нагрузкой, например, коаксиальным кабелем. Резисторы R12 и R13 задают ток управления ОУ DA1 и DA2 соответственно.

Предварительный усилитель непосредственно подключен к источнику сигналов без разделительного конденсатора. Источником сигнала для предварительного усилителя служит фоторезистор R2. Фоторезистор включен в замкнутую цепь, состоящую из резисторов R1, R9 и внешнего источника питания.

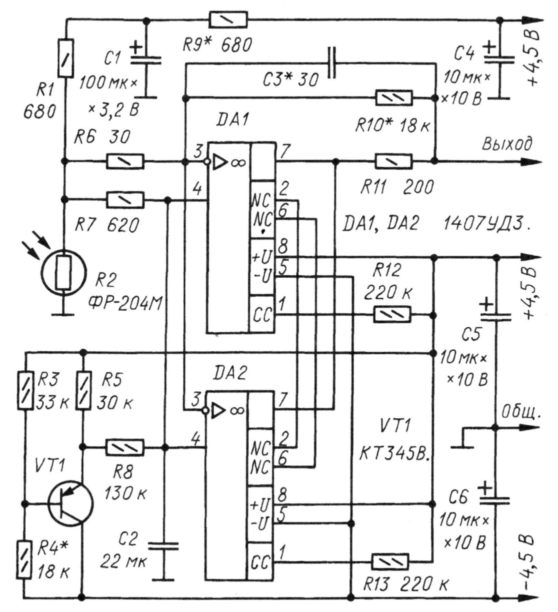


Рис. 1

При попадании на чувствительный элемент фоторезистора модулированного оптического излучения на нем появляется переменное напряжение. Одновременно с этим на фоторезисторе имеется постоянное напряжение смещения, которое не является полезным сигналом и не подлежит усилению. Переменное напряжение с фоторезистора поступает на инвертирующий вход ОУ DA1, DA2 через резистор R6, а на их неинвертирующий вход это напряжение подано через ФНЧ, состоящий из резистора R7 и конденсатора С2.

Постоянная составляющая сигнала проходит на вход ОУ через резисторы R6, R7 соответственно. Операционные усилители усиливают разностное напряжение на их входах, которое для постоянной составляющей сигнала стремится к нулю, а для переменной — увеличивается с увеличением частоты, в результате чего коэффициент усиления напряжения предварительного усилителя для переменной составляющей сигнала существенно больше, чем для постоянной. Нижнюю граничную частоту полосы пропускания предварительного усилителя определяют параметры ФНЧ R7C2.

Резисторы R3, R4, R5, R8 и транзистор VT1 предназначены для балансировки предварительного усилителя по постоянному току путем компенсации постоянной составляющей входного напряжения (напряжения смещения фоторезистора R2). Биполярный транзистор VT1 включен по схеме эмиттерного повторителя и служит для снижения выходного сопротивления делителя напряжения R3R4. Кроме того, транзистор обеспечивает предсказуемый по знаку отрицательный температурный дрейф постоянной составляющей выходного напряжения усилителя, что облегчает согласование предварительного усилителя по постоянному току с последующими узлами. На **рис. 2** представлен график зависимости постоянной составляющей выходного напряжения предусилителя от температуры окружающей среды.

Конденсаторы С1, С4 и С5, С6 — фильтрующие в цепях питания фоторезистора и ОУ соответственно. Фоторезистор питается от отдельного стабилизатора напряжения с низким уровнем собственного шума.

Конденсаторы С1, С4—С6 — оксидно-полупроводниковые танталовые К53-46, С2 — пленочный К73-11, С3 — керамический К10-17б. Резисторы R6, R7, R10 — С2-29В, остальные — С2-33. Транзистор VT1 может быть заменен любым из серий КТ345, КТ361, КТ3107. ОУ 1407УД3 допустимо заменить другими малошумящими серии 1407, например 1407УД1, с учетом различий в их цоколевке.

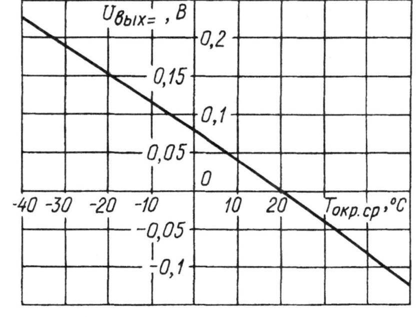


Рис. 2

Предварительный усилитель смонтирован на печатной плате, помещен-

тел. 207-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ной в металлическую коробку, обеспечивающую экранирование от электрических и магнитных полей.

При налаживании предварительного усилителя источник сигналов сначала заменяют эквивалентом — резистором, сопротивление которого равно темновому сопротивлению фоторезистора R2. Балансировку предварительного усилителя по постоянному току производят подборкой резистора R4 до получения на выходе нулевого уровня постоянного напряжения. Коэффициент усиления напряжения, нижнюю и верхнюю границы частотной полосы пропускания измеряют по известным методикам.

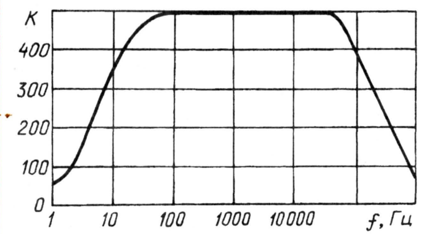


Рис. 3

Таблица 1

С3, пФ	0	30	120	180	220
$F_в$, кГц	260	140	60	47	36

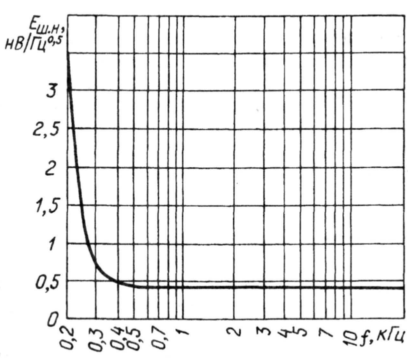


Рис. 4

На **рис. 3** показан график зависимости коэффициента усиления напряжения от частоты при емкости конденсатора С3, равной 30 пФ. В **табл. 1** представлена зависимость верхней граничной частоты полосы пропускания $F_в$ от емкости конденсатора С3.

Для измерения напряжения шума к выходу предварительного усилителя подключают анализатор спектра, например, С4-48. По результатам измерений вычисляют нормированную ЭДС шума $E_{ш.н}$ по формуле

$$E_{ш.н} = \left(\frac{U^2_{ш.вых}}{K^2 \cdot f} - 4k \cdot T \cdot R_г\right)^{1/2}, \qquad (1)$$

где $U_{ш.вых}$ — напряжение шума на выходе предварительного усилителя, В; f — эффективная шумовая полоса измерительного тракта, Гц; К — коэффициент усиления напряжения; k — постоянная Больцмана; Т — температура окружающей среды, К; $R_г$ — эквивалентное сопротивление источника сигналов, Ом.

На **рис. 4** изображен график зависимости нормированной ЭДС шума от частоты при эквивалентном сопротивлении источника сигнала 30 Ом и эффективной шумовой полосе измерительного тракта 170 Гц. Нормированная ЭДС шума в области средних значений частоты не превышает 1 нВ/Гц$^{1/2}$. В низкочастотной области преобладает фликкер-шум. Частота среза фликкер-шума равна 350 Гц.

Известно, что уровень шума усилителя имеет некоторый минимум при определенном эквивалентном сопротивлении генератора [9]. Поэтому я измерил напряжение шума на выходе предусилителя и вычислил нормированную ЭДС шума при различных значениях эквивалентного сопротивления генератора $R_г$ при работе предусилителя с одним ОУ и с двумя, включенными параллельно. Теоретически уровень шума должен снизиться в 1,41 раза [5].

Таблица 2

Эквивалентное сопротивление генератора $R_г$, Ом		0	30	51
Один ОУ	Напряжение шума на выходе $U_{ш.вых}$, мкВ	17	10	7,8
	Нормированная ЭДС шума $E_{ш.н}$, нВ/Гц$^{1/2}$	2,61	1,37	0,78
Два ОУ включ. параллельно	Напряжение шума на выходе $U_{ш.вых}$, мкВ	12	7,6	5,8
	Нормированная ЭДС шума $E_{ш.н}$, нВ/Гц$^{1/2}$	1,8	0,93	—

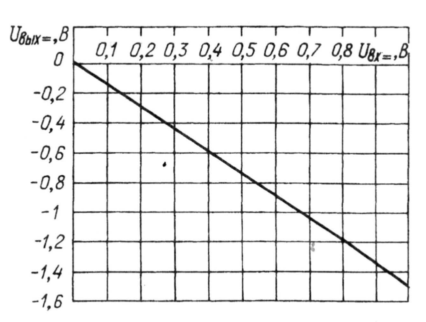


Рис. 5

Результаты этих измерений и рассчитанные по ним значения нормированной ЭДС шума сведены в **табл. 2**. Из таблицы видно, что при $R_г$ = 0 и работе предусилителя с одним ОУ нормированная ЭДС шума практически соответствует паспортному значению для ОУ 1407УД3. Подключение второго параллельного ОУ снижает уровень нормированной ЭДС шума до значения, близкого к теоретическому, равному 1,85 нВ/Гц$^{1/2}$.

Увеличение эквивалентного сопротивления генератора от 0 до 51 Ом уменьшает нормированную ЭДС шума в обоих вариантах включения ОУ. Снижение уровня шума предусилителя с параллельным включением ОУ также хорошо согласуется с теоретическими значениями.

Уменьшение нормированной ЭДС шума предусилителя с повышением эквивалентного сопротивления генератора свидетельствует о наличии минимума по шуму, о котором сказано выше. При $R_г$ = 51 Ом выходное напряжение шума настолько мало, что при вычислении нормированной ЭДС шума по формуле (1) под знаком квадратного корня получаются отрицательные числа, поэтому в табл. 2 стоит прочерк в соответствующей графе. Это говорит о том, что в данном случае нормированная ЭДС шума предусилителя меньше напряжения шума резистора сопротивлением 51 Ом.

Для получения максимального значения отношения сигнал/шум при совместной работе предусилителя с фотодатчиком резистор R9 следует подобрать экспериментально.

На **рис. 5** представлен график зависимости постоянной составляющей выходного напряжения $U_{вых=}$ предусилителя от постоянной составляющей входного напряжения $U_{вх=}$. Коэффициент усиления напряжения для постоянной составляющей сигнала $K_{пост}$ определяется выражением

$$K_{пост} = U_{вых=}/U_{вх=}. \qquad (2)$$

Абсолютное значение коэффициента усиления напряжения для постоянной составляющей сигнала $K_{пост}$ не превышает 1,5. При этом коэффициент усиления напряжения К для переменной составляющей равен 500. Ослабление D усиления напряжения для постоянной составляющей относительно переменной можно оценить по формуле

$$D = 20\log(K_{пост}/K). \qquad (3)$$

Подставляя сюда численные значения, получаем D = −50,5 дБ.

В заключение следует отметить, что применение описанного малошумящего предварительного усилителя не ограничивается только устройствами с тепловыми приемниками излучения. Его можно использовать и в других областях, где требуется усиление слабых сигналов на фоне шумов, например, в звуковоспроизводящей технике и низкочастотных ступенях радиоприемных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Букингем М.** Шумы в электронных приборах и системах. Пер. с англ. — М.: Мир, 1986, с. 112.

2. **Шевцов Э. А., Белкин М. Е.** Фотоприемные устройства волоконнооптических систем передачи. — М.: Радио и связь, 1992, с. 86—91.

3. **Герстенхабер М., Мерфи М.** Параллельное включение усилителей для снижения шума. — Электроника, 1992, № 7—8, с. 104.

4. **Аксененко М. Д.** и др. Микроэлектронные фотоприемные устройства. — М.: Энергоатомиздат, 1984, с. 71, 72.

5. **Шкритек П.** Справочное руководство по звуковой схемотехнике. Пер. с нем. — М.: Мир, 1991, с. 53, 57, 116, 117.

6. **Добрецов А. А., Каржавин В. А., Туфлин Ю. А.** Широкополосный усилитель с большим коэффициентом усиления. — Приборы и техника эксперимента, 1978, № 1, с. 88—90.

7. **Левченко В. Ф., Репин А. И.** Зарядочувствительный предусилитель для полупроводниковых ядерных детекторов и фотоприемников большой емкости. — Приборы и техника эксперимента, 1975, № 5, с. 123.

8. **Овсянников Г. А., Проклов С. В.** Низкочастотный малошумящий усилитель. — Приборы и техника эксперимента, 1988, № 3, с. 127—129.

9. **Алексенко А. Г.** и др. Применение прецизионных аналоговых микросхем. (2-е изд., перераб. и доп.) — М.: Радио и связь, 1985, с. 201—206.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 207-88-18

ZIF-разъем — из процессорной панели

В. СТРЮКОВ, г. Калининград Калининградской обл.

Разъем с нулевым усилием соединения, или, говоря иначе, ZIF-разъем — изделие не первой необходимости, но тем, кто много работает с микроконтроллерами, весьма целесообразно оснастить свой программатор таким разъемом. В одной из публикаций в "Радио" о программаторах прозвучало мнение, что, поскольку цена фирменного ZIF-разъема во много раз превышает стоимость всех остальных компонентов программатора, вместе взятых, можно обойтись и обычной двухрядной панелью. Действительно, в нашем регионе фирменный ZIF-разъем обойдется в несколько сотен рублей.

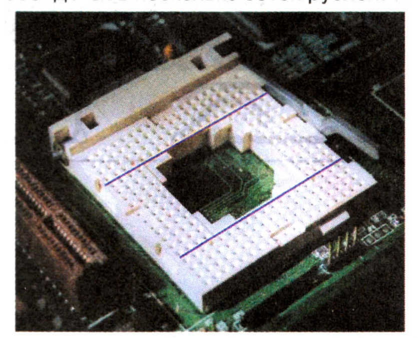


Рис. 1

Между тем бесплатно получить разъем, мало уступающий фирменному, может любой обладатель старой (в том числе и вышедшей из строя) материнской платы от компьютера с процессором серии 486, затратив всего один вечер. Ведь обычная широко известная процессорная панель (сокет) тоже относится к классу ZIF-разъемов. При отведении рычага усилие сочленения совсем невелико, несмотря на очень большое число контактов.

Однако напрямую использовать его для стыковки с чем-либо, кроме процессора, затруднительно из-за специфического расположения контактов. Понадобится доработка, описание которой представлено ниже.

Лучшей заготовкой для самодельного ZIF-разъема оказались "Socket 2" или "Socket 3" для различных модификаций 486-го процессора. Попытка использования панели с бóльшим числом контактов ("Socket 7" и PGA370) закончилась неудачей из-за очень близкого расположения контактов и сложностей с выпаиванием из платы. Выпаивание — наиболее кропотливую часть работы — лучше всего выполнять с применением отсоса припоя.

Прежде всего, надо "зацентровать" выводы в своих отверстиях, надевая на каждый из них поочередно (с одновременным нагреванием) тонкостенную стальную трубку, изготовленную из затупленной инъекционной иглы. Иглу необходимо подобрать такую, которая свободно, но без люфта, наденется на вывод без его повреждения, пройдя при этом в отверстие печатной платы.

Если работа сделана аккуратно, панель легко отделится от платы. Способ групповой выпайки всех выводов одновременно (например, с использованием паяльной станции) я не проверял.

Затем крышку панели с отверстиями отделяют от основания, и каждую из этих деталей распиливают на четыре части по границам внутреннего окна, как показано синими линиями на **рис. 1**. Две короткие части не понадобятся. Линию распила располагайте так, чтобы остались припуски для точной подгонки деталей.

Кстати, можно распилить сокет прямо на плате до выпаивания, а затем выпаять лишь нужные части. Это уменьшит трудоемкость демонтажа.

Обе части крышки и обе части основания подгоняют напильником одну к другой так, чтобы между смежными рядами отверстий (или контактов) было расстояние 2,5 мм. Причем надо добиться плотного прилегания половин, так как от этого зависит прочность последующей склейки.

Склеивают половины любым циакриновым клеем (например, "Суперклеем"). Следует избегать избытка клея и следить, чтобы он не попал в отверстия и на контакты. Обеспечить необходимую прочность склейки крышки обычно не удается, и ее надо усилить, вплавив паяльником в боковые торцы детали полоски жести. Выдавленный при нагревании пластик удаляют напильником.

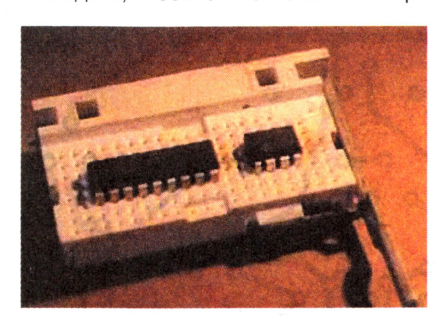


Рис. 2

После склейки основания контакты надо внимательно осмотреть, выправить погнутые и заменить поврежденные. Затем собирают разъем без рычага, проверяют легкость движения крышки и ее "ход" — он должен быть не менее 1,2...1,5 мм. Если все в порядке, разъем собирают окончательно.

Обычно с отрезанными боковинами основания теряется фиксирующий выступ для рычага. Вместо него нужно изготовить заменитель, припаяв, например, крючок из толстой медной проволоки к вплавленной в основание пластине из жести или к фольге на плате программатора.

Последняя операция — контрольная. Установив на нужный участок разъема микросхему и зафиксировав рычаг, надо омметром проверить наличие всех контактов. Если обнаружатся несоединившиеся контакты, придется вновь разобрать разъем и заменить их.

Конечно, по сравнению с фирменным самодельный ZIF-разъем (см. **рис. 2**) имеет недостаток — микросхемы для него надо готовить — выровнять выводы до полной параллельности, а с бывших в употреблении еще и удалить припой и флюс. Зато есть и большое преимущество — универсальность. Один такой разъем может обслужить несколько разнотипных программаторов. Контактов на его поле так много, что можно на разных его участках определить зоны под разные микроконтроллеры, и ни один из них ни одним контактом не пересечется с другим. Надо только составить схему размещения, чтобы четко и быстро определять, куда что вставлять.

Редактор — Л. Ломакин, фото — автора

тел. 207-88-18

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 208-83-05

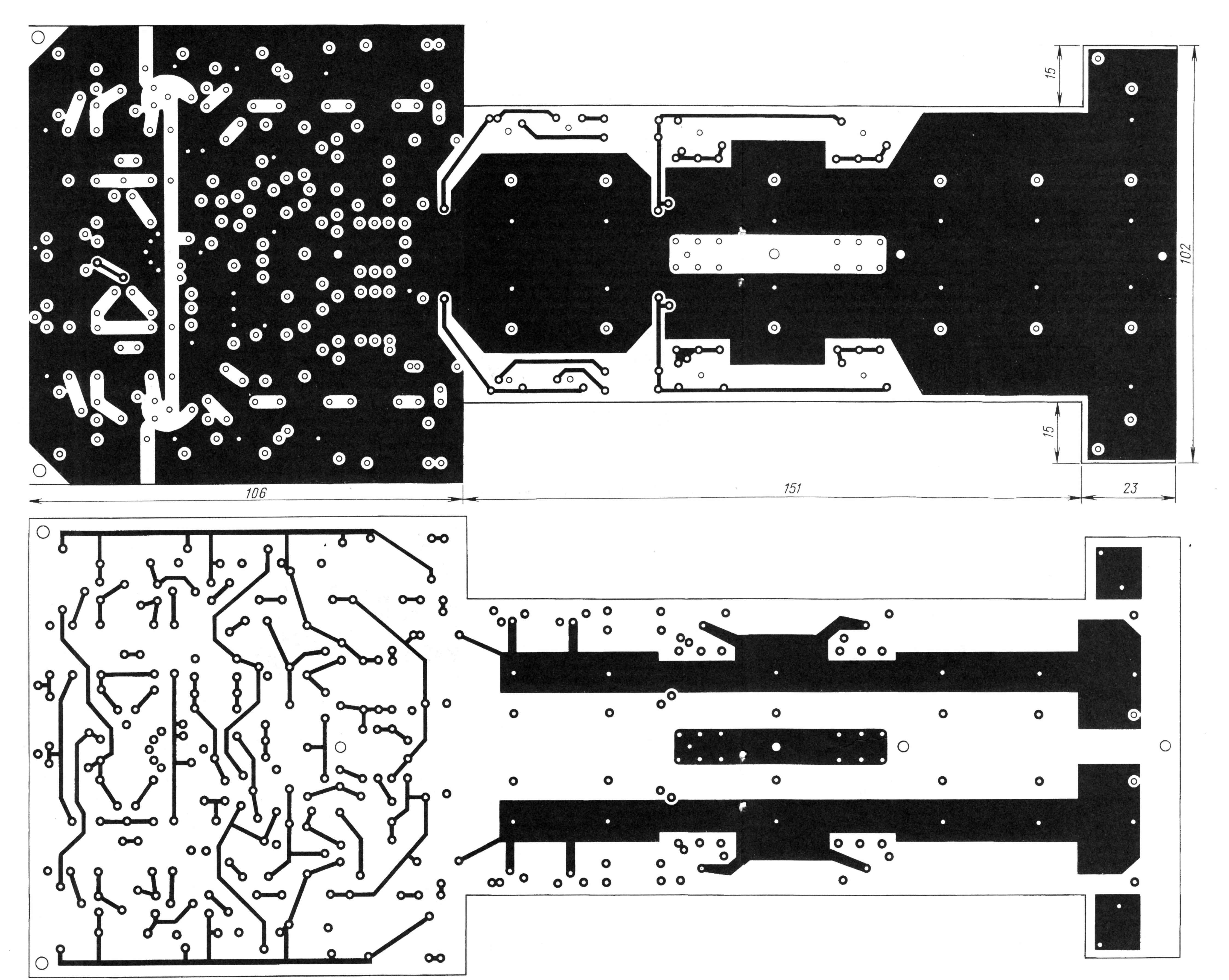


Рис. 2

"УМЗЧ с малыми интермодуляционными искажениями"

Печатная плата, монтаж узлов и блоков

Окончание. Начало см. на с. 15

ный. Их монтируют на двух платах, которые закрепляют гайками на клеммах, предназначенных для подключения кабелей к громкоговорителям.

Известно, какое важное значение имеет блок питания в усилителях высокой верности воспроизведения. Статья М. Корзинина [5] помогает решить ряд важных вопросов при конструировании блока питания УМЗЧ высокой верности. Исходя из стандартных размеров и функциональности блоков усилителя, я выполнил их в виде двухкорпусной конструкции с одинаковыми размерами 430×375×75 мм каждый. В одном корпусе находятся два канала УМЗЧ, в другом — два тороидальных сетевых трансформатора габаритной мощностью 250 Вт каждый. Каждый канал усилителя соединен с корпусом БП через отдельный разъем. Длина соединительных проводов цепей питания — по 90 мм, эти провода скручены в жгут. В корпусе БП также расположены два устройства мягкого включения УМЗЧ [6].

Схема межблочных соединений усилителя приведена на **рис. 9**. Таким образом, каналы усилителя разделены по типу двойного моно, что благоприятно сказывается на верности воспроизведения и минимизирует петли общего провода. В связи с тем что теплоотводы УМЗЧ находятся в закрытом корпусе (**фото** — на первой странице обложки журнала), при условиях долговременной эксплуатации его на близкой к максимальной мощности целесообразно улучшить охлаждение усилителя, установив в крышке корпуса БП одиндва бесшумных вытяжных вентилятора, направляющих воздушный поток вверх.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Токарев Я.** УМЗЧ на полевых транзисторах. — Радио, 2002, № 8, с. 13, 14.

2. **Токарев Я.** УМЗЧ с малыми интермодуляционными искажениями. — Радио, 2003, № 8, с. 20—23.

3. **Агеев С.** Сверхлинейный УМЗЧ с глубокой ООС. — Радио, 1999, № 10—12; 2000, № 1, 2, 4—6, 9—11.

4. **Шушурин В.** Усилитель мощности. — Радио, 1980, № 11, с. 27—31.

5. **Корзинин М.** Источники питания УМЗЧ высокой верности. — Радио, 1997, № 12, с. 41—43, 45.

6. **Корзинин М.** Устройство "мягкого" включения УМЗЧ. — Радио, 1994, № 4, с. 11, 12.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

тел. 208-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Датчики взлома двери

Ю. ВИНОГРАДОВ, г. Москва

Проблема охраны своего жилища от непрошенных посетителей для многих по-прежнему остается актуальной. Решение некоторых ее аспектов предлагает автор этой статьи.

Криминальное проникновение в квартиру нередко начинается с попытки простого отжима двери стальным рычагом с целью вывести ригель замка из своего гнезда. К сожалению, недостаточная жесткость как самой двери, так и дверной коробки во многих случаях дает такую возможность.

"Обороноспособность" двери повышают, как правило, увеличением ее прочности, однако не лишними будут и электронные средства. Для этого служат электромеханические датчики и простое электронное устройство, работающее совместно с самодельной или заводской охранной системой. Эти средства не сделают дверь крепче, но могут поставить перед злоумышленником неожиданные задачи, решение которых потребует времени, а иногда и заставит отказаться от задуманного.

Суть моего предложения сводится к оснащению двери несколькими датчиками, которые включают тревожную сигнализацию не в момент открывания двери, а уже при первых попытках взлома. По понятным соображениям здесь датчики показаны схематично, в качестве примера. Несомненно, радиолюбители сумеют сконструировать и ряд других датчиков, в большей степени отвечающих конкретной ситуации.

На **рис. 1** показано устройство одного из вариантов датчика отжима.

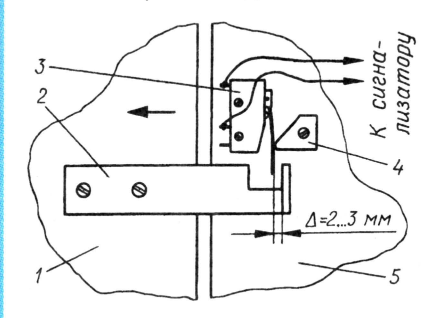


Рис. 1

К внутренней плоскости двери 1 (открывается к себе) вблизи замка прикрепляют планку 2 с отогнутым под прямым углом концом. На косяке 5 коробки двери устанавливают миниатюрный выключатель 3 с плоским упругим поводком (МП9Р-1; его рабочий ход по концу поводка — 5 мм). Чтобы удерживать поводок в исходном положении, служит ограничитель 4.

Как показывает рисунок, ничто не мешает двери нормально открываться и закрываться. При первой же попытке отжима закрытой двери она вместе с планкой 2 сместится в направлении стрелки, отогнутый конец планки преодолеет зазор Δ и повернет поводок выключателя 3. Контакты выключателя замкнутся и включат электронное устройство, схема которого изображена на **рис. 2**.

Оно является первичным сигнализатором взлома. Основа сигнализатора — одновибратор на логических элементах DD1.1, DD1.2. Элемент DD1.3 — буфер-инвертор сигнала. При замыкании контактов сторожевого выключателя на нижнем по схеме входе элемента DD1.1 возникает короткий импульс низкого уровня, запускающий одновибратор.

Он вырабатывает импульс длительностью $\tau \approx 0{,}7\ R6 \cdot C4 = 7...8$ с. Высокий уровень, возникающий на выходе инвертора DD1.3, открывает транзистор

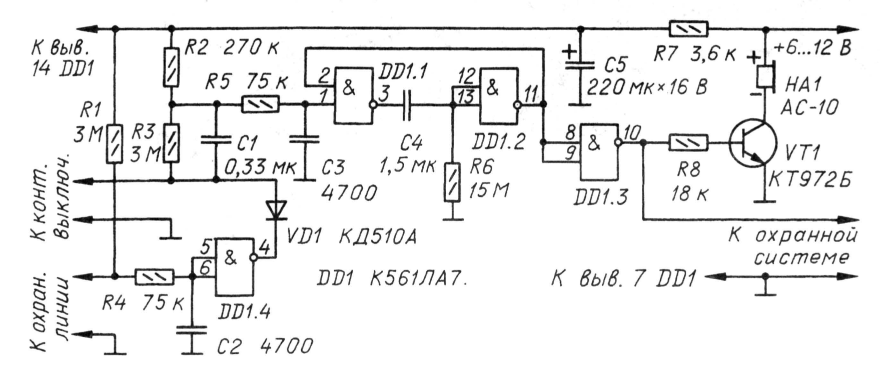


Рис. 2

VT1, включая пьезосирену HA1, оснащенную собственным генератором.

Датчик, реагирующий на попытку взлома двери, может быть построен так, как показано на **рис. 3**. Датчик монтируют в том месте двери 1 или дверного косяка, где разрушение конструкции наиболее вероятно. Например, у двери уязвимой является зона вблизи врезного замка 2.

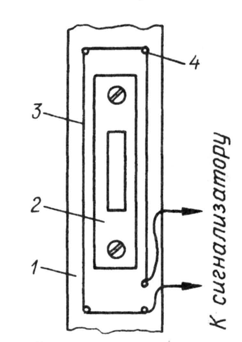


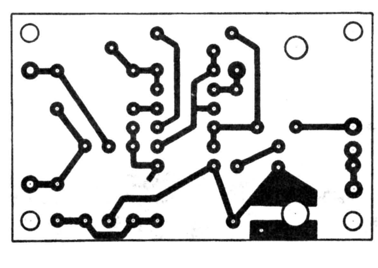
Рис. 3

В этой зоне на тонких гвоздях 4 натягивают охранную линию из тонкой проволоки 3 (диаметром 0,12...0,2 мм). Годится обмоточный провод ПЭЛ, ПЭВ-1, ПЭВ-2. Сначала гвозди вбивают на половину длины, а в заключение — по шляпку. Выводы охранной линии подключают к сигнализатору.

При попытке разрушить дверь линия оборвется и приведет в действие сигнализатор. В исходном состоянии на входе элемента DD1.4 низкий уровень, на выходе — высокий, диод VD1 закрыт. В момент обрыва линии элемент DD1.4 переключается в состояние 0 и запускает одновибратор сигнализатора, как рассказано выше.

Сигнализатор собран на печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1 мм, фольгированного с обеих сторон. Фольга со стороны деталей использована в качестве экрана и общего провода. "Заземляемые" выводы деталей припаяны непосредственно к фольге; отверстия под остальные выводы раззенкованы.

Чертеж печатной платы показан на **рис. 4**. Залитыми квадратами обозначены места пайки к фольге общего провода, а квадратом с отверстием — место пайки проволочной перемычки между фольговыми сторонами платы. Транзистор привинчен к плате; полоску фольги шириной 2...3 мм вокруг корпуса транзистора (она показана черной) необходимо удалить.



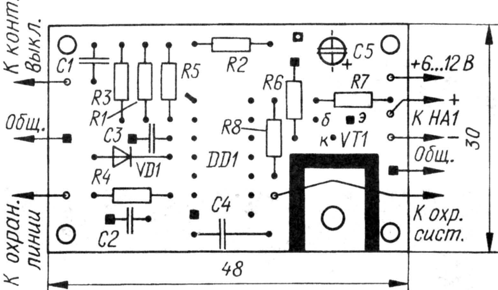


Рис. 4

Резистор R6 — КИМ-0,125; его можно составить из нескольких любого ти-

па. Конденсатор С5 — любой оксидный с малым током утечки, остальные — КМ-6 или им подобные. Диод подойдет любой кремниевый.

Пьезосирену АС-10 можно заменить на ТК-401 (с потребляемым током 0,15 А) или другую с близкими параметрами. Если используемая сирена потребляет более 0,25 А, возможно, потребуется заменить резистор R8 другим, меньшего сопротивления. Практически все двенадцативольтные сирены способны работать от 6 В, правда, с заметно меньшей громкостью (и потребляемым током).

Питать сигнализатор следует от автономного источника — батареи гальванических элементов или аккумуляторов емкостью не менее 0,4 А·ч. Поскольку потребляемый в режиме охраны ток очень мал (2...4 мкА), предпочтение следует отдать литиевой батарее — ее можно будет не менять 5...10 лет.

Правильно собранный сигнализатор налаживания не требует. Если длительность звучания сигнала тревоги (7...8 с) кому-то покажется слишком большой, ее можно уменьшить подборкой элементов R6, C4.

Готовую к работе плату помещают в пластмассовую коробку. Монтировать устройство, и особенно пьезосирену, надо так, чтобы злоумышленник не смог быстро выключить сигнал тревоги.

Заметим, что если охранная линия была оборвана, то после сигнала тревоги сигнализатор останется заблокированным до восстановления ее целостности. Датчик же с выключателем, если он вернулся в исходное положение, продолжает сохранять свои охранные функции.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Вариант сварочного аппарата с "вольтодобавкой"

С. КОНДРАТЬЕВ, г. Тайшет Иркутской обл.

В дополнение к статье Л. Степанова "Вольтодобавка" в сварочном аппарате", опубликованной в "Радио", 2004, № 6, с. 40, предлагаю свой способ получения напряжения поджигания дуги. По этому способу собран не один десяток сварочных трансформаторов, работающих уже несколько лет.

Схема аппарата показана на **рис. 1**. Для получения напряжения поджигания дуги в пределах 65...70 В служат обмотки III и IV. Каждая из них рассчитана на это напряжение. Обмотки соединены последовательно и питают добавочный двуполупериодный выпрямитель на диодах VD1, VD4, дающий постоянное напряжение 65...70 В. Обмотка II с отводом от середины — основная и рассчитана на напряжение 72 В. Диоды VD2, VD3 образуют основной двуполупериодный выпрямитель с выходным напряжением 36 В.

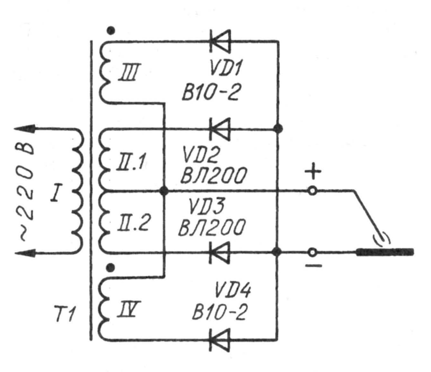


Рис. 1

В режиме холостого хода диоды VD2, VD3 закрыты поджигающим напряжением. В момент возникновения дуги напряжение на выходе добавочного выпрямителя уменьшается, диоды VD2, VD3 открываются и в работу вступает основная обмотка II. Поджигающие обмотки в дальнейшей работе практически не участвуют. Напряжение на них при работе уменьшается, они перегружаются в меньшей степени, чем в аппарате Л. Степанова, где для открывания переключательного диода напряжение на нем должно упасть ниже вольта, что для обмотки "вольтодобавки" является режимом, близким к замыканию.

Габаритную мощность трансформатора нетрудно определить по известной методике. Поджигающие обмотки III и IV намотаны на крайних стержнях Ш-образного магнитопровода сварочного трансформатора Т1. Обмотка II размещена на среднем стержне и рассчитана на ток 80...90 А, так как каждая ее половина работает половину периода напряжения сети. Обмотки III и IV рассчитаны на ток 10 А. Диоды VD1, VD2 и VD3, VD4 устанавливают попарно на двух стандартных теплоотводах (например, серийных О171-80). Теплоотводы соединяют между собой перемычкой или резьбовыми шпильками для обеспечения надежного низкоомного электрического контакта. Все диоды можно установить и на одном теплоотводе.

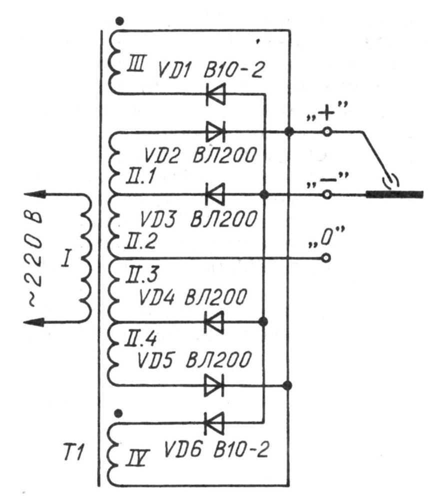


Рис. 2

Еще один вариант сварочного аппарата (см. схему на **рис. 2**), являющийся модернизацией предыдущего, может быть использован также и для запуска двигателей автомобилей с двенадцати- и двадцатичетырехвольтной системой электрооборудования. Здесь применен мостовой выпрямитель для сварки и двуполупериодный со средней точкой для запуска двигателей. Поджигающие обмотки такие же, как и в предыдущем варианте. Обмотка II рассчитана на напряжение 48 В с тремя отводами через 12 В.

Для запуска двигателей автомобилей с двенадцативольтной батареей аккумуляторов используют напряжение между зажимами "0" (средняя точка обмотки II) и "−". При этом работают диоды VD3, VD4 и секции II.2, II.3. Для запуска двадцатичетырехвольтных автомобилей используют напряжение между зажимами "0" и "+". Работают диоды VD2, VD4 и вся обмотка II.

При сварке положительный полупериод тока протекает через диод VD2, секции II.1, II.2, II.3, диод VD4, а отрицательный — через диод VD5, секции и II.4, II.3, II.2, диод VD3. В итоге формируется напряжение 36 В.

Обмотка II рассчитана на ток 160 А. Мощные диоды устанавливают каждый на отдельный стандартный теплоотвод. Диоды VD1 и VD6 монтируют на отдельных пластинчатых теплоотводах. Теплоотводы диодов VD3 и VD4 соединяют перемычками или стяжными шпильками.

Зажимы в виде латунных болтов М10 или М12 с гайками монтируют на толстой пластине из гетинакса или текстолита и снабжают крупными и четкими надписями для безошибочного подключения. Для формирования "падающей" характеристики применяют балластные резисторы (на схемах не показанные).

В устройстве можно использовать любые диоды на ток 160...200 А. Для диодов поджигающей цепи подойдут любые диоды на ток 10...25 А и обратное напряжение не менее 100 В.

***От редакции**. Режим работы поджигающего выпрямителя можно облегчить включением последовательно с каждым его диодом резистора сопротивлением 50...100 Ом на соответствующую мощность.*

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

тел. 208-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Электронный пускорегулирующий аппарат для двух ламп ЛБ40-2

С. КОСЕНКО, г. Воронеж

Читателям предлагается описание электронного пускорегулирующего аппарата (ЭПРА) для светильника мощностью 80 Вт, оснащенного двумя люминесцентными лампами ЛБ40-2. Его особенность — подключение к сети через корректор коэффициента мощности (ККМ), обеспечивающий синусоидальность потребляемого от нее тока, низкий уровень радиопомех и стабилизацию питающего лампы напряжения при колебаниях сетевого.

Предлагаемое устройство выполнено на специализированной микросхеме-контроллере ЭПРА IR21571, выпускаемой фирмой International Rectifier. Ее подробное описание на английском языке можно найти в [1], а его русский перевод — в [2]. ЭПРА собран по схеме, изображенной на **рис. 1**, которая разработана с помощью предлагаемой фирмой International Rectifier и кратко описанной в [3] программы автоматизированного проектирования Ballast Design Assistant (BDA) v.3.0.40. Он рассчитан на работу совместно с ККМ, описание которого опубликовано в [4].

Основываясь на личном опыте, автор считает нужным отметить некоторые недостатки программы BDA, которые могут привести к нежелательному и даже опасному нарушению режимов работы отдельных элементов ЭПРА. Это касается, прежде всего, выбора выходных транзисторов.

В процессе проектирования рассматриваемого устройства программа BDA рекомендовала использовать в нем полевые транзисторы IRF820, причем как для одной лампы ЛБ40, так и для двух, работающих одновременно. Допустимый средний ток стока этого транзистора — 2,5 А, импульсный — 8 А. Расчетный ток стока в режиме поджига ламп — 1,6 А (амплитудное значение).

На самом деле ток может оказаться значительно большим. Дело в том, что в результате технологического разброса параметров узлов контроллера неизбежно некоторое отличие частоты генерируемого напряжения от расчетного значения. Оно может достигать 5 % даже при использовании частотозадающих элементов с отклонением от номинала не более 1 %. В этих условиях резонансные свойства цепей L1C15 и L2C16 вполне могут привести к увеличению на 80 % тока стока транзисторов в режиме поджига.

Автор "перестраховался" и вместо рекомендованных IRF820 установил более мощные транзисторы IRF830 (максимальный средний ток стока — 4,5 А, импульсный — 18 А). К сожалению, запас оказался недостаточным. Успешно выдержав десяток запусков, при очередном включении ЭПРА эти транзисторы все-таки были повреждены. Следствием этого стало разрушение микросхемы IR21571 и большинства других элементов ЭПРА. К счастью, не пострадал ККМ, работавший совместно с ЭПРА.

Установленные в отремонтированный ЭПРА еще более мощные транзисторы IRF840 более года работают безотказно. Менее опасные погрешности расчетов, выполненных с помощью программы BDA, устранены корректировкой номиналов резисторов R1, R2 и R12.

При проектировании печатной платы были приняты все рекомендованные в [5] меры, предотвращающие "защелкивание" интегральных драйверов, управляющих мощными полевыми транзисторами. Автор воспользовался и советами специалистов фирмы International Rectifier, консультирующих потребителей по вопросам применения выпускаемых фирмой микросхем.

Результат проектирования показан на **рис. 2**. На плате сведена до минимума длина участков проводников, по которым одновременно текут ток управления, выходной ток и ток питания внутренних узлов контроллера и полевых транзисторов. Увеличена ширина проводников, по которым течет большой ток. Длина проводников управляющих цепей по возможности уменьшена.

Плата рассчитана на использование резисторов С2-23 (МЛТ), за исключением R17, R21 и R25 — импортных серии KNP. Резисторы R3, R7 и R10 установлены перпендикулярно плате, а элементы R1 и R2, R8 и R9, R12 и VD2 перед монтажом на плату соединены попарно последовательно. Конденсатор C6 припаян к контактным площадкам выводов 12 и 13 микросхемы DA1 со стороны печатных проводников, причем его выводы укорочены до минимально необходимой длины.

Оксидный конденсатор C8 рекомендуется выбирать с минимальным значением эквивалентно последовательного сопротивления, например, серии WG фирмы Jamicon. Конденсаторы C12 — КСО-2 или К15-5 на напряжение 500 В, C13 и C14 — К73-17 на 400 В, C15 и C16 — К78-2 на 1500 В. Остальные конденсаторы КМ-5, К10-17 или другие керамические, причем конденсатор C11 желательно отобрать по минимуму тока утечки. Резисторы R3, R4, R10, R11, R17, R21, R25, а также конденсато-

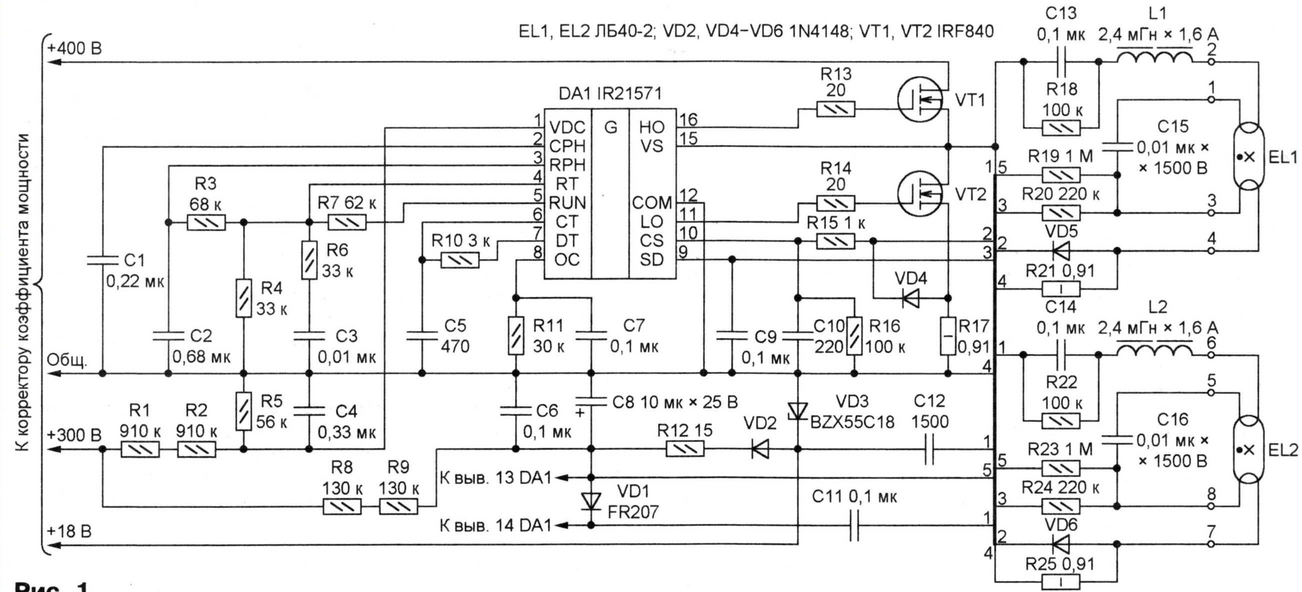
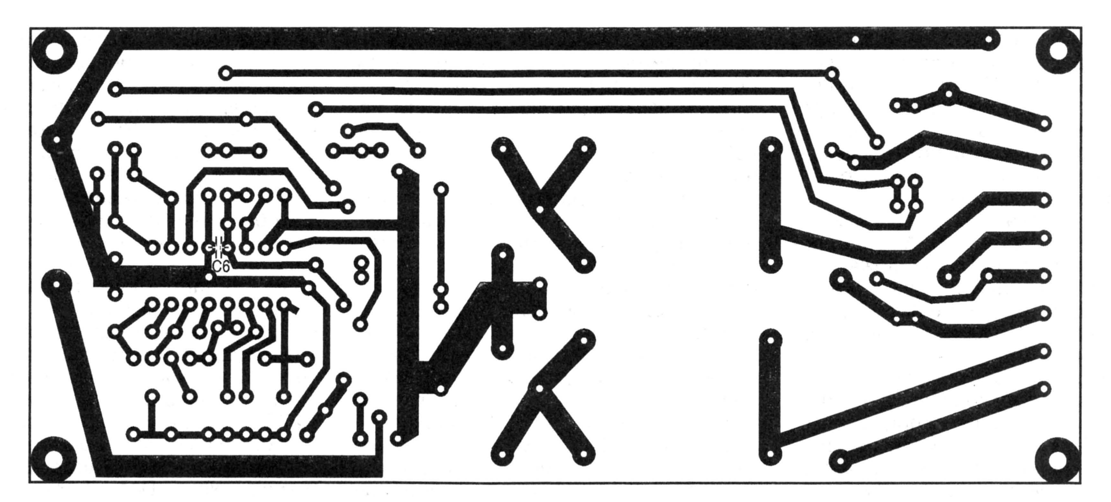


Рис. 1



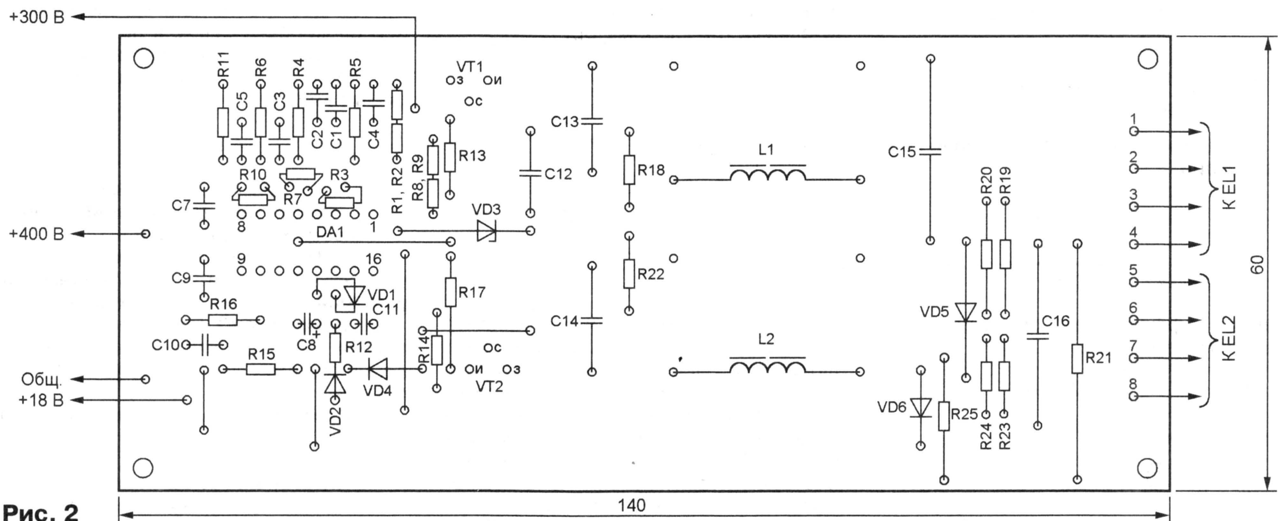


Рис. 2

ры C4, C15 и C16 должны быть подобраны с точностью не хуже 1 %.

Магнитопроводы дросселей L1 и L2 — Ш7×7 из феррита М2000НМ1 или (предпочтительнее) М2500НМС1. Их обмотки содержат по 220 витков провода ПЭЛШО 0,41. При сборке дросселей между боковыми кернами магнитопроводов были помещены текстолитовые вставки толщиной 0,75 мм, необходимые для создания рекомендованного программой BDA немагнитного зазора длиной 1,5 мм. Однако измеренная индуктивность такого дросселя превысила 4 мГн при расчетной 2,4 мГн. Возникло предположение, что в действительности программа BDA выдает не суммарную длину зазора, а толщину вставки. Это предположение подтвердилось. Измерение индуктивности после замены вставок вдвое более толстыми дало вполне приемлемый результат — 2,54 мГн.

Полевые транзисторы VT1, VT2 снабжены небольшими теплоотводами эффективной поверхностью приблизительно 10 см^2. Для подключения ламп EL1, EL2 на плате установлена восьмиконтактная колодка с винтовыми зажимами.

ЭПРА и ранее изготовленный ККМ [4] закреплены рядом на стальной пластине—арматуре светильника. Они соединены четырьмя проводами, два из

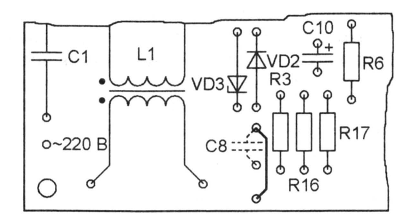


Рис. 3

которых (цепь +400 В и общий провод) пояснений не требуют, а еще два необходимы для обеспечения совместной работы ЭПРА и ККМ, в частности, для выключения последнего при аварийном отключении ЭПРА.

Третьим проводом цепь +18 В ЭПРА соединяют с контактной площадкой, находящейся в правом нижнем углу платы ККМ, рядом с конденсатором C3. С этой платы (ее фрагмент изображен на **рис. 3**) удаляют конденсатор C8 и устанавливают на ней показанную на рисунке перемычку.

Последним, четвертым проводом цепь +300 В ЭПРА соединяют с плюсом выпрямителя сетевого напряжения ККМ — левым по его схеме (см. рис. 1 в [5]) выводом обмотки I трансформатора T1, причем резисторы R5 и R7 из ККМ нужно удалить.

Общий провод ЭПРА через конденсатор C3 в ККМ оказывается соединенным по высокой частоте с арматурой светильника. Ее желательно заземлить, например, через третий контакт сетевой вилки. Так как помех работе радиоприемника, телевизора и мобильного телефона, создаваемых ЭПРА, обнаружено не было, экранирующий кожух для его платы решено не изготавливать.

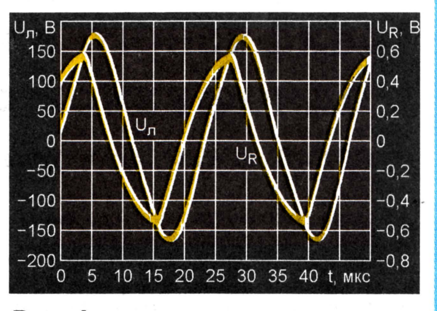


Рис. 4

Перед первым включением ЭПРА рекомендую измерить, воспользовавшись подходящим генератором и осциллографом, и сравнить с расчетной (32 кГц) резонансную частоту колеба-

тел. 208-28-38 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

тельных контуров L1C15 и L2C16. Это позволит предотвратить аварийный режим работы ламп. Приблизительно через 30 мин после включения, когда режим работы светильника установится, желательно проверить потребляемую его лампами мощность. Это можно сделать с помощью осциллографа.

На **рис. 4** показаны снятые в изготовленном автором ЭПРА осциллограммы напряжения $U_л$, приложенного к лампе EL1 и конденсатору C15, и напряжения U_R на резисторе R21 — датчике тока в их цепи. Осциллограммы напряжения на лампе EL2 с конденсатором C16 и резистором R25 аналогичны.

Измерив частоту колебаний (42 кГц), амплитудные значения напряжения $U_л$ (175 В) и U_R (0,58 В), вычислим эффективные значения напряжения, приложенного к лампе и конденсатору,

$$U = 0{,}707U_л = 0{,}707 \cdot 175 = 124 \text{ В}$$

и текущего через них тока

$$I = 0{,}707\frac{U_R}{R21} = 0{,}707\frac{0{,}58}{0{,}91} = 0{,}45 \text{ А}.$$

Зная емкостное сопротивление конденсатора

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 42 \cdot 10^3 \cdot 0{,}01 \cdot 10^{-6}} = 378 \text{ Ом},$$

найдем эффективные значения тока, текущего через него,

$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{124}{378} = 0{,}33 \text{ А}$$

и через лампу

$$I_л = \sqrt{I^2 - I_C^2} = \sqrt{0{,}45^2 - 0{,}33^2} = 0{,}31 \text{ А}.$$

Остается подсчитать потребляемую лампой мощность

$$P_л = U \cdot I_л = 124 \cdot 0{,}31 = 38 \text{ Вт}.$$

Она получилась почти равной ее номинальной мощности — 40 Вт. При значительном отличии следует подобрать резистор R7. Увеличение его сопротивления приведет к снижению частоты и росту тока, и наоборот. Может оказаться, что лампы работают в номинальном режиме и вовсе без этого резистора.

Если частота питающего лампы переменного напряжения окажется близкой к 36 кГц — обычной частоте повторения ИК импульсов в системах ДУ бытовой аппаратуры, работающий люминесцентный светильник может стать источником серьезных помех таким системам. Обнаружив это, можно попытаться исправить положение, немного изменив частоту подборкой резистора R7.

При всех измерениях и заменах элементов следует помнить, что во включенном ЭПРА имеется опасное высокое напряжение. Кроме того, все его элементы находятся под потенциалом питающей сети. В этих условиях следует строго соблюдать меры электробезопасности, а измерительные приборы подключать к сети только через разделительный трансформатор.

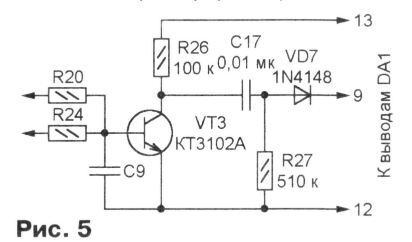


Рис. 5

Обратите внимание, что в рассмотренном устройстве предусмотрена блокировка работы ЭПРА при отсутствии любой из ламп EL1, EL2. Блокирующее напряжение поступает на вывод 9 микросхемы DA1 через резисторы R19, R20 или R23, R24. После установки отсутствующей или замены неисправной лампы без отключения светильника от сети блокировка снимается и ЭПРА выполняет полный цикл запуска, включающий этапы прогрева и поджига ламп.

В отсутствие блокировки устанавливаемая во включенный светильник лампа получала бы небезопасный "холодный удар" при подаче на нее рабочего напряжения без предварительного прогрева.

Если полностью выключать освещение при одной неисправной лампе недопустимо, можно воспользоваться техническим решением, предложенным в [6], и дополнить ЭПРА узлом, схема которого показана на **рис. 5**. Нумерация элементов совпадает с имеющейся на рис. 1 или продолжает ее. В отсутствие хотя бы одной из ламп транзистор VT3 открыт, но микросхема DD1 продолжает работать, так как напряжение на ее выводе 9 остается нулевым. Имеющаяся в светильнике лампа горит.

При установке недостающей лампы транзистор VT3 будет закрыт и положительный импульс, полученный в результате дифференцирования цепью R27C17 положительного перепада напряжения на коллекторе этого транзистора, поступит через диод VD7 на вывод 9 микросхемы DA1. Длительность импульса достаточна для кратковременной блокировки ЭПРА, а по ее окончании произойдет обычный запуск контроллера с выполнением всех необходимых этапов.

ЛИТЕРАТУРА

1. IR21571:Fully Integrated Ballast Control IC. — <**http://www.irf.com/product-info/datasheets/data/ir21571.pdf**>.
2. IR21571. Полностью интегрированная ИС управления балластом. — <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/07/ballast/IR21571ru.pdf**>.
3. **Давиденко Ю.** Проектирование электронных пускорегулирующих аппаратов для люминесцентных ламп. — Радио, 2004, № 7, с. 41—44.
4. **Косенко С.** Корректор коэффициента мощности. — Радио, 2006, № 1, с. 31—33; № 2, с. 28—30.
5. **Стрыгин М.** Применение драйверных микросхем для управления мощными полевыми транзисторами. — Радио, 2005, № 6, с. 36, 37.
6. Universal Input Dual Lamp Ballast Parallel Configuration for T8/32W and T8/36W. — <**http://www.irf.com/technical-info/appnotes/an-1037.pdf**>.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

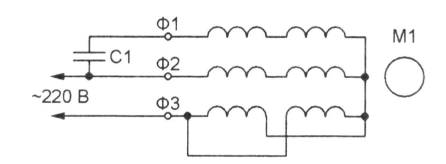
Еще раз о подключении трехфазного электродвигателя к однофазной сети

И. ПОЛАТОВСКИЙ, хутор Тарасовка Ростовской обл.

Режим работы трехфазного электродвигателя, подключенного к однофазной сети улучшится, если одну из соединяемых звездой фазных обмоток разделить на две равные части, соединив их согласно параллельно, как показано на **рисунке**. Наиболее просто это сделать в электродвигателе с четным числом полюсов статора, так как половины обмотки находятся в этом случае на разных полюсных наконечниках. Чтобы разделить их, достаточно разрезать соединительный провод и вывести образовавшиеся концы на клеммную колодку двигателя.

Предлагаемое включение уменьшает пусковой ток двигателя, позволяя не применять дополнительные меры по его снижению. Мощность на валу двигателя — не менее половины номинальной.

Емкость фазосдвигающего конденсатора C1, мкФ, должна находиться в интервале $(2800...4800)I_н/U_c$, где $I_н$ — номинальный ток фазы, А; U_c — напряжение однофазной сети, В. Выбирая ее, стремитесь не допустить резонанса в колебательном контуре, образованном конденсатором с индуктивностью обмоток двигателя. Резонанс приводит к резкому увеличению пускового тока. Рабочее напряжение конденсатора C1 при U_c = 220 В — не менее 500 В.



Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Блок питания люминесцентной осветительной лампы

В. ХАРЬЯКОВ, г. Ташкент, Узбекистан

В последнее время зарубежные и российские производители легковых автомобилей все чаще используют для освещения салона люминесцентные лампы вместо традиционных накальных. Такие лампы, имеющие, как известно, существенно бо́льшие КПД и срок службы, установлены, в частности, и на отечественных автомобилях "Волга" ГАЗ-3110.

Поскольку в автомобиле низковольтная бортовая сеть, люминесцентную лампу приходится питать от специального преобразователя напряжения. Как показывает практика эксплуатации, этот преобразователь нередко доставляет владельцу машины много хлопот. Автор помещенной здесь статьи предлагает решение этой проблемы.

Чаще всего преобразователи для питания люминесцентных ламп строят на основе генератора с трансформаторной обратной связью, питающегося от бортовой сети автомобиля напряжением 12...14 В. Для примера на **рис. 1** показана схема преобразователя напряжения для лампы освещения салона отечественного автомобиля ГАЗ-3110.

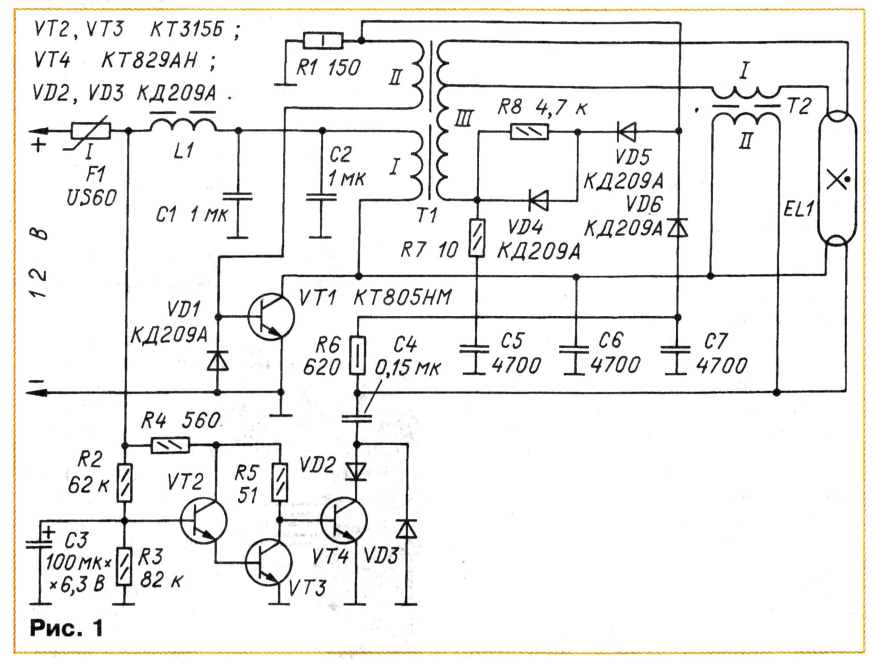


Рис. 1

Генератор преобразователя выполнен на транзисторе VT1 и импульсном трансформаторе T1, на транзисторах VT2—VT4 собран узел запуска.

Устройство смонтировано на стальной пластине-основании овальной формы с площадью поверхности около 100 см^2. К верхней стороне пластины на стойках прикреплена печатная плата с деталями преобразователя. С нижней стороны установлена люминесцентная лампа КЛУ7/ТБЦ, закрытая съемным прозрачным колпаком. Дроссель L1 и трансформатор T1 генератора собраны на стержневых ферритовых магнитопроводах, а накальный трансформатор T2 — на броневом Б18.

Исправная лампа мощностью 7 Вт уверенно включается и светит довольно ярко. Потребляемый преобразователем ток при включенной лампе не превышает 600 мА. Но этим, к сожалению, и кончаются все достоинства устройства.

Как показал длительный опыт эксплуатации автомобиля, часто выходили из строя как сами довольно дорогие, кстати, люминесцентные лампы, так и некоторые элементы преобразователя. Среди причин этих неприятностей не последними, по моему мнению, являются излишняя усложненность и слишком тяжелый тепловой режим преобразователя.

Все элементы преобразователя размещены весьма плотно на печатной плате размерами 97×27 мм, устанавливаемой над люминесцентной лампой, которая во время работы дополнительно подогревает плату. А если добавить к этому то обстоятельство, что мощный транзистор VT1 генератора установлен на теплоотвод с эффективной площадью рассеивания не более 6 см^2 и вся плата вместе с теплоотводом прикрыта пластмассовой крышкой, которая при монтаже светильника утапливается в обшивку салона, становится понятным, что устройство не в состоянии надежно работать в длительном режиме, особенно при повышенной температуре окружающего воздуха.

Наиболее частая неисправность преобразователя — выход из строя самовосстанавливающегося предохранителя F1 (US60, фирму-изготовителя, к сожалению, установить не удалось). Его начальное сопротивление — менее 1 Ом, но при протекании повышенного тока или внешнем нагревании оно значительно увеличивается, ограничивая тем самым потребляемый ток преобразователя, т. е. фактически отключает его от источника питания.

Чаще всего это происходит при неисправностях люминесцентной лампы (разгерметизация, нарушение контакта в разъемном соединении, обрыв нитей накала и т. д.). Потребляемый ток скачком увеличивается до 1,2 А, что приводит к срабатыванию предохранителя. После некоторого числа таких циклов начальное сопротивление предохранителя может самопроизвольно увеличиться до 2...5 Ом, а в некоторых случаях и до 30 Ом.

Понятно, что с таким "предохранителем" устройство не будет работать и после замены неисправной лампы. Попытка заменить его плавким предохранителем приводит чаще всего к перегреванию других элементов преобразователя и выходу их из строя.

Следует отметить, что о транзисторах КТ805НМ и КТ829АН в справочниках общего пользования никакой информации нет. Опыт показал, что эти приборы отличаются от своих собратьев по серии только цоколевкой.

Устранить вышеперечисленные недостатки удалось лишь после полного изменения электрической схемы преобразователя.

За основу нового устройства взят "Преобразователь напряжения для питания люминесцентной лампы" И. Нечаева, опубликованный в "Радио", 2005, № 5 на с. 47, с некоторыми изменениями. Схема устройства изображена на **рис. 2**.

Для защиты транзистора VT1 блокинг-генератора от электрического и теплового пробоя введены дополнительные элементы — стабилитрон VD2, ограничивающий напряжение на базе транзистора, защитный диод VD3, нейтрализующий всплески напряжения ЭДС самоиндукции обмотки I трансформатора T1, и лампа накаливания HL1, выполняющая функции балластного резистора и индикатора.

При обрыве цепи люминесцентной лампы напряжение, а соответственно, и ток в базовой цепи транзистора резко увеличиваются. При этом лампа накаливания ярко вспыхивает, гася излишек напряжения, ограничивая ток и сигнализируя о неисправности в цепи нагрузки.

Стабилитрон VD1 выполняет защитную функцию. При нормальной работе систем автомобиля он закрыт и в работе преобразователя участия не принимает. Если же напряжение питания крат-

тел. 207-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ковременно увеличивается, стабилитрон, открываясь, ограничивает питающее преобразователь напряжение на безопасном уровне. При длительном превышении питающего напряжения перегорает предохранитель FU1.

Новый преобразователь собран на плате старого. Для этого с платы удаляют все элементы, кроме фильтра L1C1C2 в цепи питания. Если заранее продумать размещение остальных деталей, можно использовать имеющиеся печатные проводники платы. Транзистор VT1 блокинг-генератора устанавливают непосредственно на металлическое основание старого устройства, не забыв диэлектрическую прокладку, смазанную теплопроводящей пастой. Выводы транзистора отрезками гибкого монтажного провода соединяют с печатной платой.

Лампу накаливания HL1 монтируют в сквозное отверстие, просверленное в печатной плате и основании, с таким расчетом, чтобы ее стеклянная колба частично выходила в зону установки люминесцентной лампы.

Учитывая жесткие условия эксплуатации устройства, необходимо обратить внимание на прочность крепления элементов и надежность пайки. На пластину-основание со стороны люминесцентной лампы следует наклеить алюминиевую фольгу с возможно большей отражающей способностью. Это уменьшит нагревание пластины лампой.

Импульсный трансформатор T1 изготовляют на базе магнитопровода Б18 от старого преобразователя. Обмотка I содержит 20 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,2—0,25 мм, намотанных в два провода, сложенных вместе; обмотка II — 7 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,15—0,2 мм; обмотка III — 180 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,08—0,1 мм. Вначале наматывают обмотку III, а затем II и I. Обмотку III и ее выводы тщательно изолируют от других обмоток и магнитопровода. При сборке необходимо вложить между чашками магнитопровода бумажную шайбу от старого трансформатора для обеспечения немагнитного зазора.

Транзистор КТ817Г можно заменить любым из этой серии (годятся также КТ805АМ или даже КТ805НМ от старого преобразователя, но они крупнее, в связи с чем их труднее установить под печатной платой устройства).

Вместо стабилитрона КС147А можно использовать КС447А, КС147Г, а вместо КД209А — диод КД226В.

В качестве сигнальной лампы HL1 применена автомобильная лампа А12-1,2 (12 В; 1,2 Вт), используемая для освещения приборов. Для уменьшения габаритов у нее удаляют пластмассовый цоколь. Вместо А12-1,2 можно использовать любую другую малогабаритную лампу на 12 В с потребляемой мощностью не более 3 Вт.

Очень хорошие результаты удалось получить при использовании в преобразователе полевого транзистора (например, IRF730, IRF740). В этом случае стабилитрон КС147А следует заменить на Д814Б или Д814В.

При исправных элементах и безошибочной сборке устройство практически не нуждается в налаживании. В отдельных случаях бывает нужно подобрать резистор R1 для установки нормальной яркости свечения люминесцентной лампы. Потребляемый преобразователем ток не должен превышать 450 мА как при включенной люминесцентной лампе, так и в случае, когда она демонтирована.

Если преобразователь собран на полевом транзисторе, резистор R2 следует заменить на другой, сопротивлением 430 Ом. Иногда может потребоваться подборка этого резистора по максимальной яркости свечения лампы EL1.

Устройство прошло испытание в реальных дорожных условиях с использованием люминесцентных ламп как исправных, так и с перегоревшими нитями

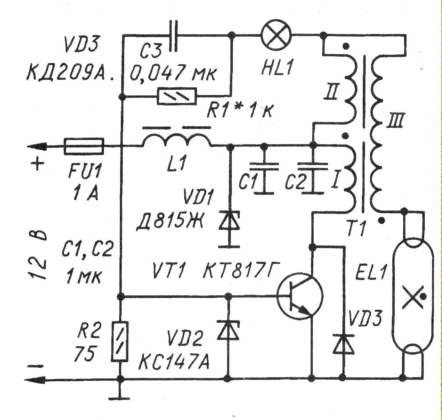


Рис. 2

накала, не работающих со старым преобразователем, и показало отличные результаты при длительном включении (в том числе при температуре окружающего воздуха 35...40 °С).

Надо сказать, что из-за ограниченных размеров броневого магнитопровода Б18 изготовление надежно работающего импульсного трансформатора требует определенного опыта. Задача сильно упрощается с применением магнитопровода Ш6×6 из феррита 2000НМ (или подобного импортного). Обмотки на нем располагаются свободнее, их легче изолировать; некоторое увеличение сечения провода и числа витков позволяет увеличить КПД и надежность узла.

Обмотка I содержит 25 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,44—0,5 мм, II — 8 витков такого же провода, III — 200 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,15—0,18 мм. Последовательность намотки такая же, как описано выше.

При сборке магнитопровода нужно предусмотреть немагнитный зазор между его частями. Для этого между торцами смежных стержней вкладывают по полоске бумаги толщиной 0,1...0,2 мм. Под трансформатор в плате прорезают прямоугольное отверстие.

В заключение можно порекомендовать установить в устройство регулятор яркости, как это сделано в вышеупомянутой статье, что, несомненно, повысит сервисные удобства автомобиля и может значительно увеличить срок службы самих люминесцентных ламп.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Прием статей: mail@radio.ru тел. 207-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Мощные регулируемые стабилизаторы напряжения серии К1278ЕР1

Регулируемые стабилизаторы К1278ЕР1А—К1278ЕР1Д относятся к группе "Low Drop" — падение напряжения на них не превышает 1,5 В при максимальном токе нагрузки. Это достигнуто применением составного регулирующего элемента структуры p-n-p/n-p-n, который включен в плюсовой провод источника питания.

Встроенный узел подстройки позволяет на стадии производства устанавливать образцовое напряжение с точностью до 0,5 %. Порог ограничения тока нагрузки тоже может быть установлен на этапе изготовления микросхемы.

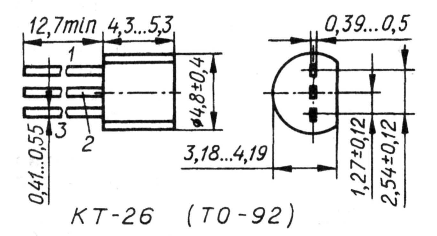


Рис. 1

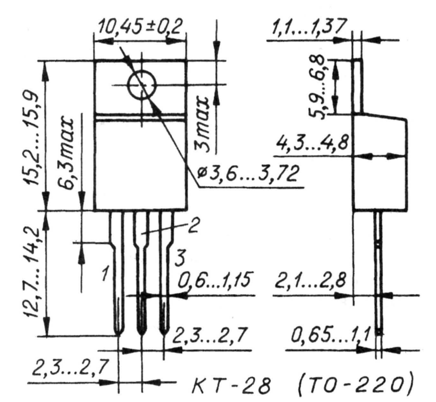


Рис. 2

Стабилизаторы оснащены всеми необходимыми функциями защиты: от замыкания выходной цепи, от выхода из области безопасной работы, от превышения предельно допустимой температуры корпуса.

В отличие от стабилизаторов, выполненных по традиционной схеме с регулирующим p-n-p транзистором, где до 10 % входного тока расходует узел управления, в рассматриваемых приборах собственный потребляемый ток течет через нагрузку, увеличивая их КПД.

Микросхемы выпускают в пластмассовых корпусах трех вариантов: два — для обычного монтажа: КТ-26 (ТО-92), КТ-28-2 (ТО-220), один — для поверхностного: КТ-47 (SOT-89). Чертежи корпусов показаны на **рис. 1—3** соответственно. К обозначению стабилизаторов в корпусе для обычного монтажа добавляется буква П, а для поверхностного — Т.

Функциональная схема стабилизатора изображена на **рис. 4**. Источник образцового напряжения G1 питается от входного нестабилизированного напряжения. На входы ОУ А2 поступают сравниваемые сигналы — напряжение со входа управления и образцовое. Сигнал рассогласования поступает с выхода ОУ на усилитель тока VT1—VT3, поддерживая разностное напряжение 1,25 В между выводами 1 и 2 стабилизатора.

Если выходной ток превышает установленное значение, узел защиты от замыкания выхода А3 вырабатывает сигнал, который поступает на базу транзистора VT1 и ограничивает выходной ток на безопасном для стабилизатора уровне. При перегревании кристалла срабатывает узел температурной защиты А1, своим выходным сигналом выключающий стабилизатор. После остывания кристалла до температуры менее 150 °С стабилизатор включается и продолжает работу.

Аналоги рассматриваемых стабилизаторов указаны в **таблице**.

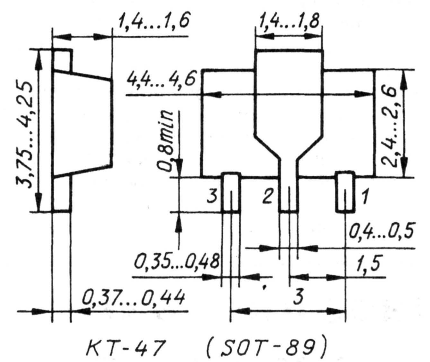


Рис. 3

3
Вход
Источник образцового напряжения
G1
А2
VT1
VT2
VT3
А1
Узел температурной защиты
А3
Узел защиты от замыкания выхода
2
Выход
1
Упр.

Рис. 4

Стабилизатор	Зарубежный аналог	Корпус
К1278ЕР1АП	UR133A-A	КТ-26 (ТО-92)
К1278ЕР1АТ		КТ-47 (SOT-89)
К1278ЕР1БП	IRU1117C	КТ-28-2 (ТО-220)
К1278ЕР1ВП	APL1117FC	
К1278ЕР1ГП	CS5203-1	
К1278ЕР1ДП	CS5205-1	

Основные технические характеристики при температуре кристалла +25 °С

Рабочий ток нагрузки, мА, для
- К1278ЕР1АП, К1278ЕР1АТ . . 10...500
- К1278ЕР1БП . . . . 10...800
- К1278ЕР1ВП . . . . 10...1000
- К1278ЕР1ГП . . . . 10...3000
- К1278ЕР1ДП . . . . 10...5000

Образцовое напряжение, В, в пределах рабочего интервала выходных напряжения и тока
- не менее 1,225
- не более 1,275

Нестабильность выходного напряжения по входному (в рабочем интервале), %, не более, для
- К1278ЕР1АП, К1278ЕР1АТ 0,6
- К1278ЕР1БП 0,2
- К1278ЕР1ВП, К1278ЕР1ГП, К1278ЕР1ДП 0,3

Нестабильность выходного напряжения по току нагрузки (в рабочем интервале), %, не более, для
- К1278ЕР1АП, К1278ЕР1АТ, К1278ЕР1БП 0,6
- К1278ЕР1ВП, К1278ЕР1ГП 0,4
- К1278ЕР1ДП 0,5

Минимальное падение напряжения на стабилизаторе, В, не более, при максимальном токе нагрузки, для
- К1278ЕР1АП, К1278ЕР1АТ, К1278ЕР1ГП 1,4
- К1278ЕР1БП, К1278ЕР1ВП 1,3
- К1278ЕР1ДП 1,5

Ток через вывод управления (1), мкА, не более, для
- К1278ЕР1АП, К1278ЕР1АТ, К1278ЕР1ДП 120
- К1278ЕР1БП 100
- К1278ЕР1ВП, К1278ЕР1ГП 90

тел. 207-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Токовый порог ограничения, А (типовое значение), для
К1278ЕР1АП, К1278ЕР1АТ 1
К1278ЕР1БП, К1278ЕР1ВП 2
К1278ЕР1ГП 4,5
К1278ЕР1ДП 6,5

Предельно допустимые значения

Наибольшее постоянное входное* напряжение, В, для
К1278ЕР1АП,
К1278ЕР1АТ 9
К1278ЕР1БП 7
К1278ЕР1ВП,
К1278ЕР1ГП,
К1278ЕР1ДП 12
Наибольший ток нагрузки, А, для
К1278ЕР1АП,
К1278ЕР1АТ 0,5
К1278ЕР1БП 0,8
К1278ЕР1ВП 1
К1278ЕР1ГП 3
К1278ЕР1ДП 5
Наибольшая температура кристалла (порог срабатывания узла термозащиты), °С 150
Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С . .–10...+70

** Минимальное входное постоянное напряжение равно установленному выходному плюс 1,5 В.*

Приборы серии К1278ЕР1 относятся к стабилизаторам так называемого "взвешенного" типа.

Типовая схема их включения представлена на **рис. 5**. Предельное значение входного напряжения (наибольшее

Рис. 5

падение напряжения на стабилизаторе плюс падение напряжения на резисторе R2 плюс 1,25 В) теоретически не ограничено характеристиками стабилизатора. Реально при замыкании выхода стабилизатора и, в частности, в момент включения при большой емкостной нагрузке на стабилизаторе будет падать все входное напряжение. Поэтому для обеспечения надежности работы рекомендуется эксплуатировать эти стабилизаторы в соответствии с требованиями по предельному входному напряжению.

Для обеспечения устойчивой работы стабилизатора серии К1278ЕР1 во всем интервале допустимых значений входного напряжения и выходного тока необходимо вход и выход стабилизатора шунтировать навесными оксидными конденсаторами. Их типовая емкость указана на схеме рис. 5. Номинальное напряжение конденсаторов должно быть вдвое большим входного.

Стабилизатор поддерживает между выходом и управляющим выводом постоянное напряжение 1,25 В. Сопротивление резистора R1 рассчитывают исходя из условия обеспечения указанного минимального тока нагрузки (10 мА). Подборкой резистора R2 устанавливают требуемое выходное напряжение. Так как вытекающий через вывод управления ток мал по сравнению с током через резистор R1, его при расчете обычно игнорируют.

В случае повышенных требований к стабильности напряжения на нагрузке принимают известные меры — во-первых, верхний по схеме вывод резистора R1 (рис. 5) подключают возможно ближе к выводу 2 стабилизатора и, во-вторых, нижний вывод резистора R2 подключают возможно ближе к нагрузке. При этом в меньшей степени сказывается влияние сопротивления проводов, подводящих ток к нагрузке. Из этих же соображений следует использовать подводящие провода по возможности большего сечения.

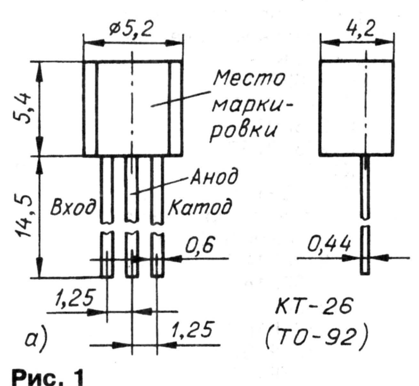
Материал подготовил
В. СМИРНОВ
г. Брянск

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Регулируемые параллельные стабилизаторы напряжения серии К1242ЕР1

Кремниевые прецизионные источники образцового напряжения (ИОН) К1242ЕР1АП—К1242ЕР1ЕП, К1242ЕР1АТ—К1242ЕР1ВТ изготовляют по эпитаксиально-планарной технологии. Они предназначены для применения в стабилизированных источниках питания и других узлах и блоках электронной аппаратуры широкого применения.

Стабилизаторы оформлены в пластмассовом корпусе двух типов: КТ-26 (ТО-92) — К1242ЕР1АП—К1242ЕР1ЕП и 4303Ю.8-А (MS-012AA; SO-8) — К1242ЕР1АТ—К1242ЕР1ВТ (**рис. 1**,а и б). Масса приборов в корпусе КТ-26 — не более 0,3 г, а в корпусе 4303Ю.8-А — не более 0,15 г.



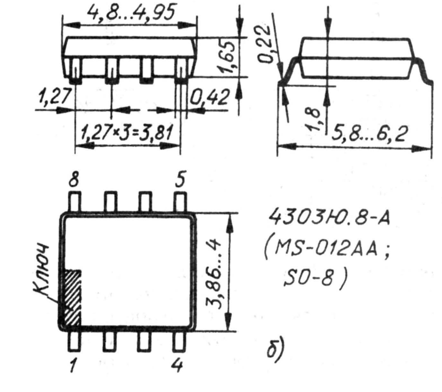


Рис. 1

Цоколевка приборов в корпусе КТ-26 указана на рис. 1, а у приборов в корпусе 4303Ю.8-А анод соединен с выводами 2, 3, 6 и 7, катод — с выводом 1, а вход управления — с выводом 8 (выводы 4 и 5 — свободные).

Зарубежный аналог — TL431.

Основные технические характеристики при $T_{окр.ср}$ = 25 °С

Входное образцовое напряжение, В, при токе катода 10 мА и соединенных вместе выводах управления и катода для
К1242ЕР1АП,
К1242ЕР1ГП,
К1242ЕР1АТ . . . . .2,44...2,55
К1242ЕР1БП,
К1242ЕР1ДП,
К1242ЕР1БТ . . . . .2,47...2,52
К1242ЕР1ВП,
К1242ЕР1ЕП,
К1242ЕР1ВТ . . . . . .2,483...2,507
Изменение образцового входного напряжения, мВ, не более, при изменении температуры окружающей среды от –10 до +70 °С, при токе катода 10 мА и соединенных выводах управления и катода для
К1242ЕР1АП,
К1242ЕР1АТ,
К1242ЕР1БП,
К1242ЕР1БТ 17
К1242ЕР1ВП,
К1242ЕР1ВТ 8
Изменение образцового входного напряжения, мВ, не более, при изменении температуры окружающей среды от –45 до +85 °С, при токе катода 10 мА и соединенных выводах управления и катода для
К1242ЕР1ГП,
К1242ЕР1ДП 30
К1242ЕР1ЕП 13
Изменение образцового входного напряжения, отнесенное к изменению напряжения анод—катод, мВ/В, не более, при токе катода 10 мА и напряжении анод—катод в пределах

Прием статей: mail@radio.ru тел. 207-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

от входного образцового до 10 В ....–2,7
от 10 В до 36 В ....–2

Входной (управляющий) ток, мкА, не более, при токе катода 10 мА для
К1242ЕР1АП,
К1242ЕР1АТ,
К1242ЕР1БП,
К1242ЕР1БТ,
К1242ЕР1ГП,
К1242ЕР1ДП 4
К1242ЕР1ВП,
К1242ЕР1ВТ,
К1242ЕР1ЕП 2

Изменение входного (управляющего) тока, мкА, не более, при изменении температуры окружающей среды от –10 до +70 °С и токе катода 10 мА для
К1242ЕР1АП,
К1242ЕР1АТ,
К1242ЕР1БП,
К1242ЕР1БТ,
К1242ЕР1ВП,
К1242ЕР1ВТ 1,2

Изменение входного (управляющего) тока, мкА, не более, при изменении температуры окружающей среды от –45 до +85 °С и токе катода 10 мА для
К1242ЕР1ГП,
К1242ЕР1ДП 2,5
К1242ЕР1ЕП 2

Минимальный ток катода, мА, не более, при входном образцовом напряжении не менее 2,44 В и соединенных выводах управления и катода 1

Ток катода в выключенном (закрытом) состоянии, мкА, не более, при напряжении анод—катод 36 В и нулевом образцовом напряжении для
К1242ЕР1АП,
К1242ЕР1АТ,
К1242ЕР1БП,
К1242ЕР1БТ,
К1242ЕР1ГП,
К1242ЕР1ДП 1
К1242ЕР1ВП,
К1242ЕР1ВТ,
К1242ЕР1ЕП 0,5

Выходное сопротивление, Ом, не более, при токе катода в пределах от 1 до 100 мА, измерительной частоте не более 1 кГц и соединенных выводах управления и катода для
К1242ЕР1АП,
К1242ЕР1АТ,
К1242ЕР1БП,
К1242ЕР1БТ,
К1242ЕР1ГП,
К1242ЕР1ДП 0,5
К1242ЕР1ВП,
К1242ЕР1ВТ,
К1242ЕР1ЕП 0,3

Предельно допустимые значения

Наибольшее напряжение анод—катод, В 37
Ток катода*, мА ....–100...+150

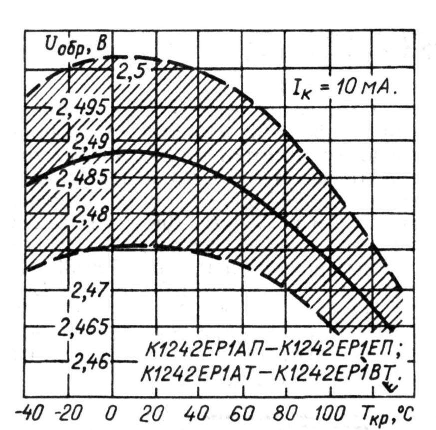


Рис. 2

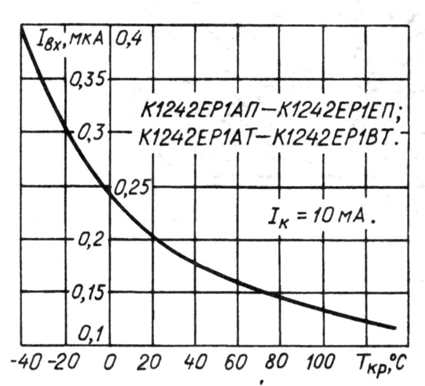


Рис. 3

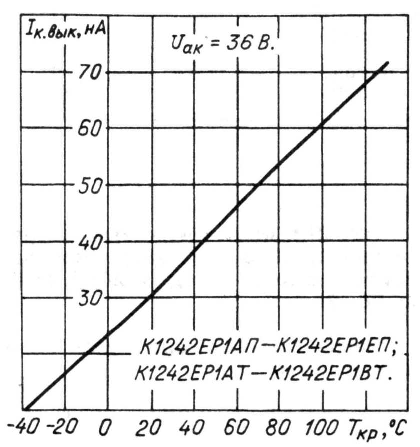
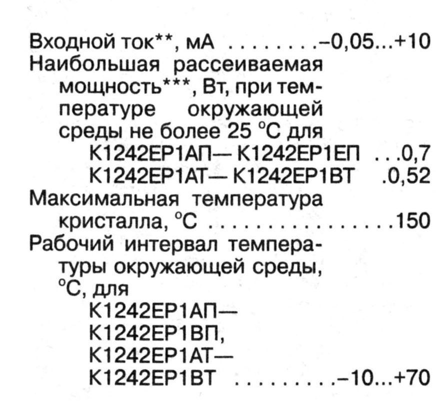


Рис. 4


Входной ток**, мА ....–0,05...+10
Наибольшая рассеиваемая мощность***, Вт, при температуре окружающей среды не более 25 °С для
К1242ЕР1АП— К1242ЕР1ЕП ...0,7
К1242ЕР1АТ— К1242ЕР1ВТ .0,52
Максимальная температура кристалла, °С 150
Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С, для
К1242ЕР1АП—
К1242ЕР1ВП,
К1242ЕР1АТ—
К1242ЕР1ВТ ....–10...+70

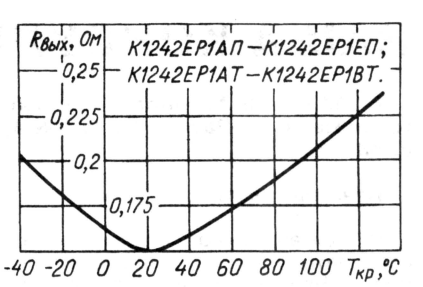


Рис. 5

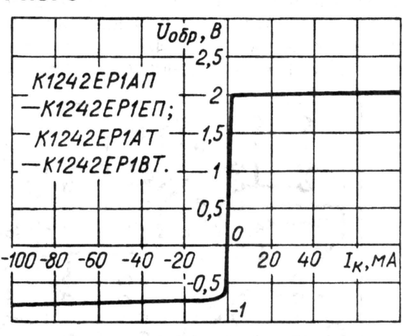


Рис. 6

К1242ЕР1ГП—
К1242ЕР1ЕП ....–45...+85

** При условии непревышения максимальной рассеиваемой мощности. Отрицательные значения тока относятся к случаям протекания обратного тока через встроенный защитный диод.*

*** Наибольшее неповреждающее значение входного тока.*

**** При температуре окружающей среды более +25 °С рассеиваемую мощность необходимо снижать линейно в соответствии с формулой*

$$P_{рас\,max} = \frac{P_{рас\,25} \cdot (150 - T_{окр.ср})}{125},$$

где $P_{рас\,25}$ — мощность, которую прибор способен рассеивать при температуре окружающей среды $T_{окр.ср}$ = +25 °С.

Допустимое значение статического потенциала — 500 В (IV степень жесткости по ОСТ11073.062).

На **рис. 2—5** показаны температурные зависимости ($T_{кр}$ — температура кристалла) входного образцового напряжения $U_{обр}$ при токе катода $I_к$ = 10 мА, входного тока $I_{вх}$, тока катода $I_{к.\,вык}$ выключенного стабилизатора при напряжении анод—катод $U_{ак}$ = 36 В и выходного сопротивления $R_{вых}$ соответственно. На рис. 2 заштрихована зона девяностопятипроцентного разброса.

На **рис. 6** показана зависимость образцового входного напряжения от тока катода.

Материал подготовил
В. КИСЕЛЕВ
г. Минск

***От редакции.** С функциональной схемой стабилизатора, схемами включения, расчетными соотношениями, вариантами применения и другими сведениями можно ознакомиться в статье А. Шестакова и Н. Мининой "Параллельные стабилизаторы серии К1156" в "Радио", 2004, № 10, с. 47, 48, в которой описаны приборы того же класса.*

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

БАЛАХТАРЬ А. Многоточечный термометр. — Радио, 2005, № 4, с. 43, 44.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства изображен на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме кнопки SB1 и датчиков BK1—BK4. Плата рассчитана на применение постоянных резисторов МЛТ, подстроечного СП3-19А, конденсаторов К50-35 (С1, С3, С4) и КМ (остальные). Проволочные перемычки, соединяющие печатные проводники на противоположной стороне платы, изготавливают из тонкого монтажного провода в теплостойкой изоляции и впаивают до установки деталей на место. Блокировочный конденсатор С5 устанавливают поверх микросхемы DA3.

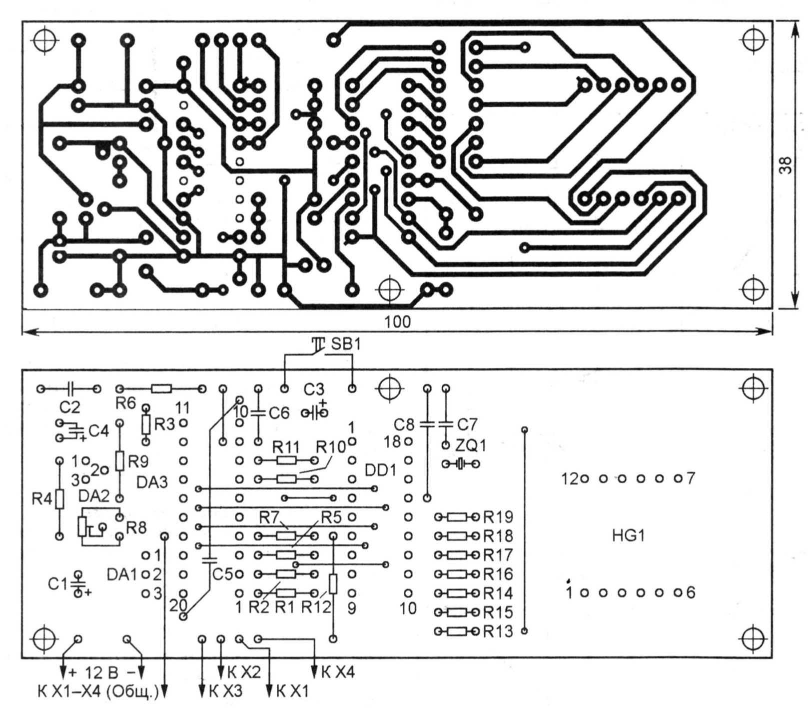


Рис. 1

ПРАДИДЕНКО А. Реле времени с запоминанием выдержки. — Радио, 2006, № 3, с. 51.

О реле К1.

В устройстве можно применить любое реле, надежно срабатывающее при напряжении около 11 В (напряжение насыщения коллектор—эмиттер транзистора КТ815А не превышает 0,6 В), с контактами, способными коммутировать потребляемый нагрузкой ток, и допустимым напряжением на разомкнутых контактах не менее напряжения питания нагрузки. Если, например, предполагается включать и выключать осветительную лампу или нагреватель мощностью до 400 Вт, питаемые от сети 220 В, можно применить реле РЭН18 исполнений РХ4.564.702, РХ4.564.709 (сопротивление обмотки — 81...99 Ом, ток срабатывания — 80 мА), РЭН34 исполнения ХП4.500.030-01 (соответственно 60...74 Ом и 100 мА). Для коммутации менее мощной нагрузки (до 100 Вт) допустимо использовать реле РЭН32 исполнения РФ4.519.021-03 (63...77 Ом, 90...110 мА), а до 20 Вт — РЭС22, РЭС32 соответственно исполнений РФ4.523.023-01, РФ4.500.335-01 (158...200 Ом, 36 мА).

ОЗОЛИН М. Стабилизатор напряжения 0...15 В с регулируемой защитой по току. — Радио, 2006, № 1, с. 28—30.

Замена транзистора в узле токовой защиты.

Главные критерии отбора транзистора для этого узла — возможно меньшее сопротивление канала в открытом состоянии и пороговое напряжение затвор—исток, не превышающее 2...4 В (чем оно меньше, тем лучше). Кроме указанного на схеме IRL2505L, в устройстве можно применить мощные полевые транзисторы IRL1404, IRL1104, IRL3705N, IRLR2905 (перечислены в порядке увеличения сопротивления канала).

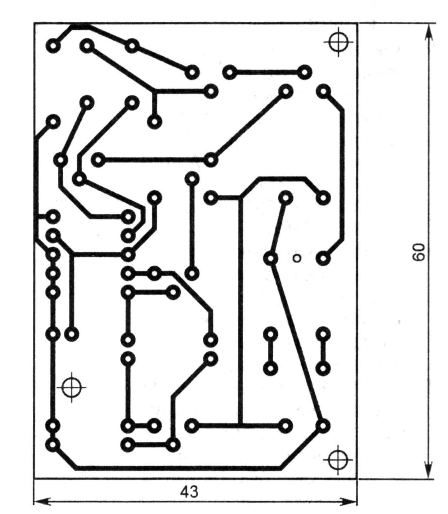
ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

*Редакция консультирует исключительно по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и только по техническим вопросам, имеющим непосредственное отношение к тому, о чем в них идет речь. Консультации даются бесплатно. Вопросы просим писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название статьи, ее автора, год, номер и страницу в журнале, где она опубликована. В письмо вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: <**consult@radio.ru**>.*

ХАННАНОВ Б. Имитатор птичьих трелей. — Радио, 2005, № 10, с. 53.

Печатная плата.

Устройство собирают на печатной плате, изготовленной по чертежу, показанному на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме батареи питания, выключателя и динамической головки. Все резисторы — МЛТ, оксидные конденсаторы — К50-16, К50-35, остальные — керамические КМ или другие малогабаритные. Не показанный на схеме конденсатор С6 (К50-16 емкостью 100 мкФ с номинальным напряжением 16 В) — блокировочный. Трансформатор Т1 — выходной от карманного транзисторного радиоприемника (средний вывод его первичной обмотки не используется).



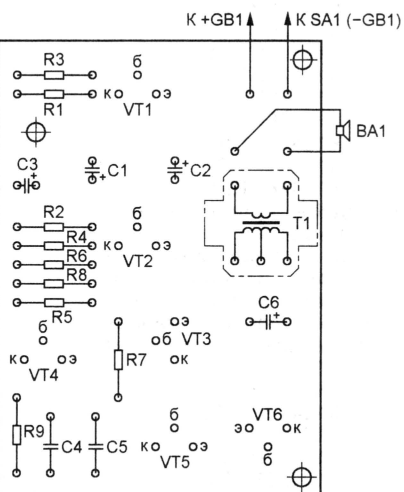


Рис. 2

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: consult@radio.ru тел. 207-89-00

РАДИО
Тел. 207-89-00
E-mail: mail@radio.ru
При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.
начинающим
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Электронный "паучок"

А. ЛЕЧКИН, г. Рязань

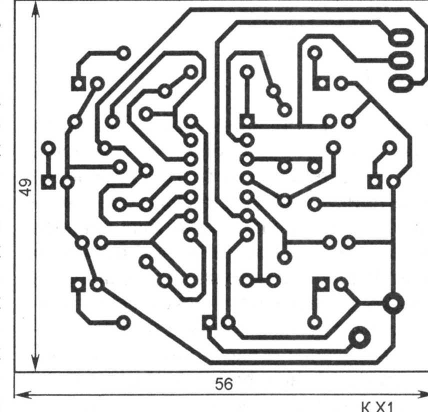
Детали этого электронного устройства расположены на монтажной плате таким образом, что образуют фигурку паучка: его брюшком является микросхема, головкой — оксидный конденсатор, а ножками — шесть светодиодов. При включении питания они вспыхивают и гаснут в определенном порядке, в результате чего создается эффект перемещения "паучка", особенно ярко проявляющийся в темноте. Скорость "перебирания" "ножками" можно изменять с помощью переключателя.

Схема устройства представлена на **рис. 1**. На элементах DD1.1—DD1.3 и DD1.4—DD1.6 собраны два одинаковых трехфазных генератора, к выходам которых подключены светодиоды HL1—HL6.

Рис. 1

В зависимости от уровня напряжения на выходах элементов, они либо горят, либо погашены. Ток через светодиоды, а следовательно, и яркость их свечения зависят от сопротивления резисторов R1, R3, R5, R7, R9, R11. В положении переключателя SA1, показанном на схеме ("Б"), частота вспышек светодиодов довольно большая и "паучок" "бежит" быстро, в положении "М" она уменьшается и "бег" "насекомого" замедляется.

Устройство монтируют на печатной плате, изготовленной из односторонне фольгированного стеклотекстолита по чертежу, изображенному на **рис. 2**. Все резисторы — МЛТ-0,125 или другие малогабаритные, конденсатор C7 — оксидный с однонаправленными выводами (К50-35 или аналогичный импортный), остальные — керамические, например КМ. Переключатель SA1 — любой малогабаритный (автор применил движковый ПД9-1), светодиоды HL1—HL6 — любого типа, но обязательно одноцветные, иначе эффект перебирания "ножками" проявляться не будет.



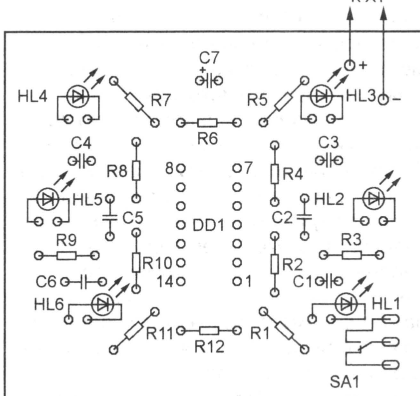


Рис. 2

Внешний вид смонтированного "паучка" показан на **рис. 3**. Налаживания он не требует. Питают его от батареи напряжением 4,5...6 В — плоской типоразмера 3R12 (в просторечии — квадратной) или составленной из трех-четырех соединенных последовательно гальванических или аккумуляторных элементов распространенного типоразмера АА.

Рис. 3

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов, фото — автора

Плавное включение лампы фонаря

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Проблема защиты ламп накаливания от перегорания в момент включения давно привлекает внимание радиолюбителей и специалистов. Как известно, в этот момент нить лампы имеет низкое сопротивление, поэтому через нее протекает ток, в несколько раз превышающий номинальный, что

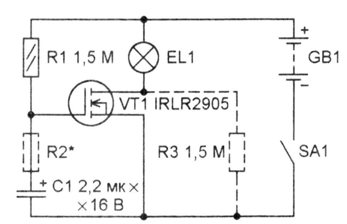


Рис. 1

и является причиной выхода из строя лампы или сокращения ее ресурса. Для предотвращения броска тока через нить применяют устройства, обеспечивающие его ступенчатое или плавное нарастание, но большинство описанных в литературе конструкций нацелено на защиту сетевых источников света. Однако эта задача актуальна и для низковольтных ламп, в частности, используемых в карманных фонарях. И дело здесь не столько в стоимости лампы, сколько в ее надежной работе. Ведь она может перегореть в самый неподходящий момент, когда под рукой нет ни запасной лампы, ни другого источника света.

Для карманных фонарей эта проблема, может быть, даже более актуальна. Стремление использовать батарею "до конца" или повысить яркость света нередко побуждает применять лампу накаливания на меньшее (чем у батареи) напряжение. В обоих случаях после установки свежих батарей перегрузка лампы в момент включения оказывается еще большей и вероятность ее перегорания резко возрастет.

Схема устройства плавного включения лампы фонаря показана на **рис. 1**. Его основа — мощный полевой переключательный транзистор IRLR2905 (см. статью "Мощные полевые переключательные транзисторы фирмы INTERNATIONAL RECTIFIER" в "Радио", 2001, № 5, с. 45). Сопротивление открытого канала этого прибора — около 0,03 Ом, максимальные напряжения сток—исток и затвор—исток — соответственно 55 и 16 В, предельный ток — 42 А. Открываться он начинает при напряжении (пороговом) затвор—исток 1,7...1,8 В, и уже при напряжении 2,5 В сопротивление его канала уменьшается до нескольких долей ома. Это позволяет применять его в фонарях с напряжением батареи 3 В и выше, при этом падение напряжения на нем незначительно.

В исходном состоянии конденсатор C1 разряжен, поэтому при замыкании контактов выключателя SA1 он начинает заряжаться от батареи GB1 через резистор R1. Поскольку транзистор VT1 при этом закрыт, лампа EL1 не горит. По мере зарядки конденсатора напряжение на затворе транзистора увеличивается, ток стока начинает расти и лампа накаливания плавно загорается. Ток через нее нарастает относительно медленно, а значит, и нить накала прогревается не сразу, что обеспечивает безопасный режим и продление срока ее службы.

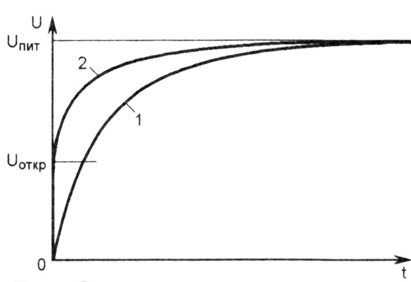


Рис. 2

Время нарастания тока зависит от параметров примененного экземпляра транзистора, напряжения питания, а также от сопротивления резистора R1 и емкости конденсатора C1: чем они больше, тем медленнее нарастает ток. Когда конденсатор зарядится полностью, транзистор откроется настолько, что падение напряжения на его канале уменьшится до нескольких десятков или даже единиц милливольт, т. е. потери не превысят нескольких милливатт.

При напряжении батареи 5...6 В и менее в устройство целесообразно ввести резистор R2. Дело в том, что транзистор IRLR2905, как отмечено выше, начинает открываться при напряжении между затвором и истоком 1,7...1,8 В, поэтому пока конденсатор C1 не зарядится до этого напряжения, транзистор будет закрыт, а следовательно, часть времени после включения будет расходоваться впустую. Процесс зарядки конденсатора иллюстрирует **рис. 2**. Кривая 1 — это временная зависимость напряжения на конденсаторе без резистора R2, а кривая 2 — с включенным в цепь резистором; $U_{пит}$ — напряжение питания; $U_{откр}$ — напряжение открывания полевого транзистора. Из рисунка видно, что при наличии резистора R2 скорость нарастания тока через лампу накаливания остается примерно такой же, а время включения лампы (с момента начала открывания транзистора до завершения процесса) сокращается примерно вдвое. Этот резистор также необходим, если применен полевой транзистор с большим напряжением открывания. Чтобы после выключения питания конденсатор полностью разряжался, канал транзистора необходимо шунтировать резистором R3.

Кроме IRLR2905, в устройстве можно применить полевые транзисторы с n-каналом, наименования которых в таблице в упомянутой статье выделены цветом (с малым пороговым напряжением затвор—исток). Конденсатор C1 — К50-35 или аналогичный, резисторы — МЛТ, С2-33.

Детали монтируют в фонаре навесным способом. Если лампа накаливания имеет непосредственный контакт с гальваническим элементом батареи и пластиной выключателя, можно предложить конструкцию, схематически показанную на **рис. 3**. Между центральным контактом лампы 1 и плюсовым выводом гальванического элемента 4 помещают металлическую пластину 3, к которой припаивают провод, идущий к резистору R1. К держателю (патрону) лампы припаивают пластину 2 из двусторонне фольгированного стеклотекстолита. К ее стороне, обращенной к пружине выключателя 5, припаивают провод, идущий от конденсатора C1 и истока транзистора VT1, а к противоположной — провод, соединенный с его стоком.

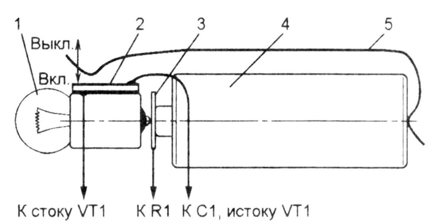


Рис. 3

В фонаре, в котором лампа соединена с батареей и выключателем проводами, все детали впаивают в разрыв этих проводов.

Налаживание устройства начинают с подбора конденсатора C1 или резистора R1 по времени включения лампы. Затем, временно замкнув накоротко конденсатор C1, подбором резистора R2 добиваются появления тока стока транзистора (доли миллиампера). Ориентировочное сопротивление этого резистора определяют по формуле $R2 = 1{,}7R1/(U_{пит} - 1{,}7)$, где R1 и R2 — сопротивления резисторов R1 и R2; $U_{пит}$ — напряжение батареи GB1.

Устройство пригодно для использования в мощных фонарях и других осветительных приборах с напряжением питания от 3 до 16 В.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

Лабиринт

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово Смоленской обл.

Помимо быстроты и ловкости, эта игра совершенствует умение переключать внимание, развивает логическое мышление и учит быстро принимать решения. В отличие от обычного лабиринта, где оценивается только время, потраченное на преодоление пути от входа до выхода, в ней заложена возможность оперативного изменения пути и времени, отведенного на выполнение задания, которое начинает ускоренно уменьшаться при вольном или невольном отклонении от разрешенного маршрута.

Основа предлагаемой вниманию читателей конструкции — игровое поле, представляющее собой пять соединенных перемычками токопроводящих концентрических дорожек (**рис. 1**), по которым игрок перемещает электрический щуп. При потере контакта между дорожкой и щупом происходит ускоренная потеря оставшегося времени (ресурса). Небольшие цилиндрические магниты, устанавливаемые на дорожках (изображены штриховыми линиями), образуют препятствия, которые нужно либо обойти (через ближайшую перемычку), либо перепрыгнуть (с ускоренным расходом ресурса). Задача игрока — успеть добраться до выхода (центрального "пятачка") раньше, чем ресурс сократится до минимума. В противном случае загорится светодиод, указывающий на проигрыш. Соревноваться можно либо с самим собой, стараясь улучшить результат, либо вдвоем, поочередно проделывая весь путь по лабиринту. Побеждает тот, кто, дойдя до финиша, сохранит больший запас ресурса или на момент зажигания светодиода будет находиться ближе к центру.

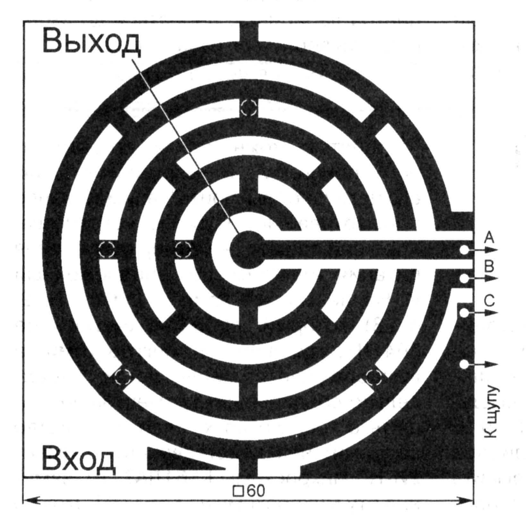


Рис. 1

Принципиальная схема электронной части устройства изображена на **рис. 2**. Его основа — микросхема CD4060B — многоразрядный двоичный счетчик со встроенными элементами для построения генератора (последний образуется при добавлении элементов C1, C2, R2—R4). Резисторы R5—R8 и микроамперметр PA1 образуют цифроаналоговый преобразователь, показывающий оставшийся ресурс. Работает устройство следующим образом. После включения питающего напряжения выключателем SA1 игрок ставит щуп на вход лабиринта, т. е. соединяет точку C, к которой он подключен, с точкой B (с ней соединены дорожки лабиринта), обнуляет и запускает счетчик DD1 нажатием на кнопку SB1 и начинает движение к выходу из лабиринта. При этом микроамперметр показывает состояние убывающего ресурса, пропорционального суммарной емкости конденсаторов C1 и C2. В момент нарушения контакта щупа с токопроводящей дорожкой лабиринта (разрыва связи точек C и B) частота переключений триггеров счетчика возрастает примерно в шесть раз. Если игрок не успевает добраться до финиша, т. е. замкнуть точки C и A и этим остановить генератор, на выводе 14 микросхемы DD1 появляется уровень лог. 1, загорается светодиод HL1 ("Проигрыш") и генератор блокируется через диод VD2. Если же он успевает дойти до финиша, то генератор блокируется через диод VD1, а микроамперметр показывает оставшийся ресурс. Время выполнения задания устанавливают переменным резистором R2.

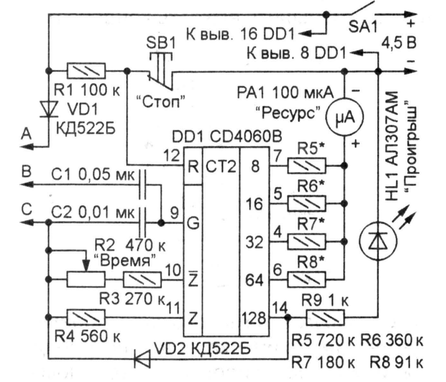


Рис. 2

Игровое поле лабиринта изготавливают из односторонне фольгированного гетинакса или стеклотекстолита толщиной 0,5...0,8 мм. После стравливания лишних участков фольги контактные дорожки лудят тонким слоем припоя и шлифуют до блеска. Для удержания магнитов-препятствий на игровом поле к обратной стороне платы приклеивают стальную пластину или несколько полосок (вплотную одна к другой) трансформаторной стали. Магниты можно использовать от старой компьютерной клавиатуры.

Большинство деталей электронной части лабиринта монтируют на печатной плате, эскиз которой показан на **рис. 3**. Собранное устройство помещают в пластмассовый корпус подходящих размеров. На его верхней стенке устанавливают плату игрового поля, выключатель питания SA1, кнопку SB1, светодиод HL1 и микроамперметр PA1, на боковой — переменный резистор R2, снабженный ручкой управления.

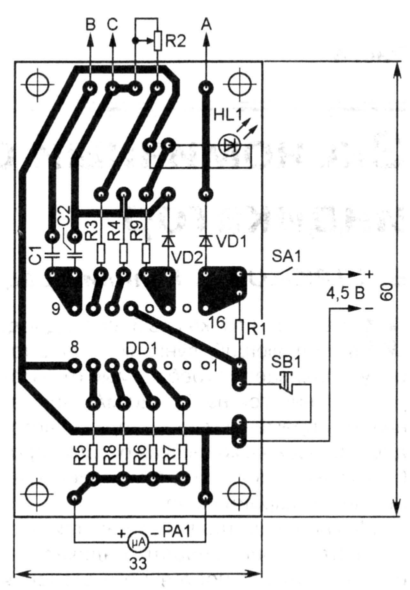


Рис. 3

Микроамперметр может быть любого типа с током полного отклонения стрелки 100 мкА. Новую шкалу изготавливают из плотной бумаги и делят на шесть одинаковых секторов, раскрашенных в разные цвета. Возле сектора, прилежащего к нулевой отметке, наносят надпись "Max" (максимальный ресурс), к отметке 100 мкА — "Min" (минимальный ресурс). Для большей заметности индикатора "Проигрыш" над светодиодом HL1 устанавливают светорассеивающий стеклянный шарик диаметром 15 мм. Выключатель SA1 и кнопка SB1 — любые малогабаритные, важно лишь, чтобы первый фиксировался в положении, в котором контакты замк-

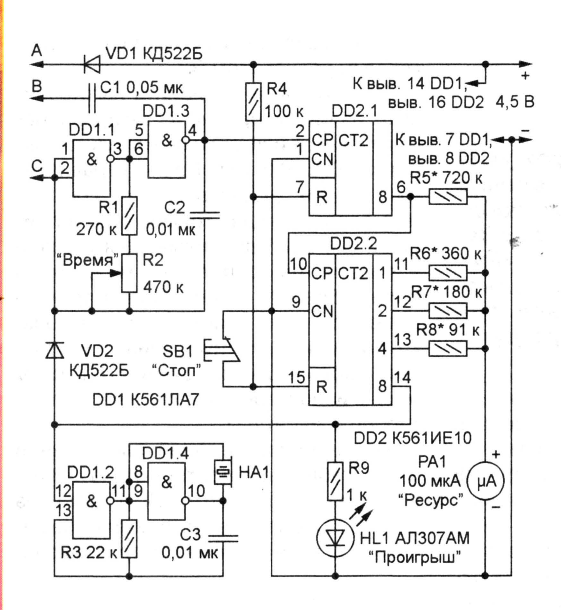


Рис. 4

нуты, а контакты второй возвращались в исходное (замкнутое) положение после отпускания кнопки.

Щуп изготавливают из шариковой авторучки. Вместо пишущего стержня в ее корпус плотно вставляют свернутую в спираль (с шагом 1...2 мм) медную проволоку диаметром 1 мм, один конец которой скруглен и отшлифован (чтобы не царапать дорожки лабиринта). К противоположному концу припаивают гибкий монтажный провод, соединяющий щуп с печатным проводником С платы лабиринта.

Для питания игры автор применил плоскую батарею типоразмера 3R12 напряжением 4,5 В (отечественный аналог — 3336Л). Можно, конечно, использовать батарею и из отдельных гальванических или аккумуляторных элементов, но в этом случае придется позаботиться о соответствующем контейнере для них.

При отсутствии микросхемы CD4060B устройство можно собрать на двух отечественных микросхемах серии К561 (**рис. 4**). Работа этого варианта игры практически ничем не отличается от рассмотренного выше, за исключением того, что кроме световой индикации проигрыша здесь предусмотрена и звуковая (узел на элементах DD1.2 и DD1.4). Звукоизлучателем HA1 служит пьезокерамический звонок серии ЗП. Печатная плата для данного варианта игры не разрабатывалась.

По мере приобретения навыков правила игры можно усложнять — увеличивать число магнитов-препятствий, уменьшать время выполнения задания, менять цель игры (например, выйти из центра лабиринта, добраться до входа и успеть вернуться назад) и т. д.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

Экономичный светодиодный индикатор

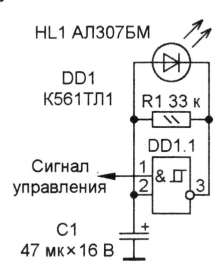
В. СТРЮКОВ, г. Калининград

Известно, что каждый светодиод, выполняющий функцию индикатора, увеличивает потребляемый от батареи питания ток на 10...20 мА. Применение современных сверхъярких светодиодов, несколько снижая остроту проблемы экономичности, тем не менее не решает ее кардинально.

Можно существенно (в десятки раз) повысить экономичность индикатора, если перейти от постоянного свечения к мигающему с большой скважностью свету. Такие индикаторы широко известны, но и у них есть резерв, позволяющий улучшить экономичность. Как правило, подобный узел содержит времязадающую RC-цепь и управляемый ею коммутатор, который подключает светодиод к цепи питания. Ток, потребляемый светодиодом, является полезным, в то время как ток перезарядки конденсатора пропадает зря. Для повышения экономичности мигающего индикатора до возможного предела имеет смысл совместить обе эти цепи и сделать так, чтобы времязадающий конденсатор разряжался через светодиод. Тогда в индикаторе не останется другого тока потребления, кроме зарядного тока времязадающей цепи.

Одна из возможных реализаций показана на **рисунке**. Цепи питания микросхемы на схеме не показаны (плюсовой вывод питания подключен к выводу 14 микросхемы; минус питания, соединенный с общим проводом, — к выводу 7).

Даже в случае применения светодиодов серии АЛ307 вспышки хорошо заметны несмотря на малую длительность, а потребляемый ток не превышает 0,1...0,2 мА при напряжении 5...9 В. Применение сверхъярких светодиодов позволит еще в несколько раз повысить экономичность, если увеличить сопротивление резистора R1 и, соответственно, уменьшить емкость конденсатора C1.



Другое немаловажное преимущество такого индикатора — потребляемый им ток близок к постоянному, в нем почти полностью отсутствует импульсная составляющая. Но для этого светодиод должен быть включен точно так, как показано на схеме. Несмотря на кажущуюся симметрию, его включение в другой полярности лишает этот узел вышеописанных преимуществ. Если внешнее управление индикатором не требуется, оба входа триггера Шмитта соединяют вместе.

Неиспользованный логический элемент для такого индикатора во многих устройствах можно найти "по остаточному принципу". В некоторых случаях его нетрудно "выкроить", внимательнее присмотревшись к схеме устройства. Хороший пример — таймер отключения питания мультиметра, предложенный И. Нечаевым ("Радио", 2001, № 9, с. 28), который собран на микросхеме 564ТЛ1, где лишний триггер Шмитта высвобождается, если число параллельно соединенных элементов уменьшить с трех до двух. Если устройство содержит незадействованный элемент 2И-НЕ микросхемы К561ЛА7, то, заменив эту микросхему на К561ТЛ1, можно получить нужный для индикатора триггер Шмитта.

Следует иметь в виду, что к светодиоду в момент включения индикатора приложено напряжение питания в обратной полярности, превышающее предельно допустимое значение (максимальное обратное напряжение для большинства светодиодов — 2...4 В). Чтобы обойти это ограничение, можно последовательно со светодиодом включить в прямом направлении любой импульсный кремниевый диод. Хотя, как показала практика, если напряжение питания не превышает 5...9 В, в этом нет необходимости.

Кроме того, при напряжении питания микросхемы больше 9 В (9...15 В) импульсный ток разрядки конденсатора, протекающий через светодиод и выход элемента, может превысить допустимое для этих приборов значение. В этом случае рекомендую последовательно со светодиодом включить токоограничивающий резистор сопротивлением несколько десятков омов.

Редактор — В. Чуднов, графика — В. Чуднов

Осциллографическая приставка к компьютеру

М. БУРОВ, г. Кострома

Предлагаемый комплекс из обычного персонального компьютера и простой приставки к нему не заменяет, конечно, полноценный измерительный прибор — осциллограф. Но все-таки он позволяет увидеть форму сравнительно низкочастотных сигналов на экране компьютерного монитора и оценить их характеристики. Знакомство с принципом действия подобных "виртуальных" приборов будет полезно читателям при разработке других устройств с АЦП.

Так же, как и в компьютерном осциллографе, описанном в книге П. Гелля "Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс" (М.: ДМК Пресс, 2001), основой предлагаемого комплекса служит подключаемая к порту LPT компьютера приставка — преобразователь исследуемого аналогового сигнала в цифровую форму. Основное отличие заключено в программном обеспечении, теперь представляющем собой 32-разрядное приложение Windows, написанное в основном на языке C++. Драйвер АЦП (самая критичная по быстродействию часть программы) написан на ассемблере. Программа работоспособна на всех версиях Windows от 95 до XP и работает значительно быстрее DOS-программы, предложенной в упомянутой выше книге.

Схема приставки изображена на **рис. 1**. Примененный в ней АЦП TL549CP — восьмиразрядный с последовательным интерфейсом, удобным для стыковки с микроконтроллером или компьютером. Временные диаграммы работы этого АЦП показаны на **рис. 2**.

Когда уровень напряжения на входе $\overline{CS}$ высокий, выход OUT находится в высокоимпедансном (Z) состоянии. В этой ситуации изменения напряжения на входе синхронизации CLK не имеют значения. После установки низкого уровня на входе $\overline{CS}$ уровень на выходе OUT соответствует старшему двоичному разряду (D7) ранее выполненного преобразования напряжение—код. Тактовые импульсы, поданные на вход CLK, вызовут поочередный вывод на выход OUT значений остальных семи разрядов результата преобразования, вплоть до младшего D0, за которым вновь следует разряд D7.

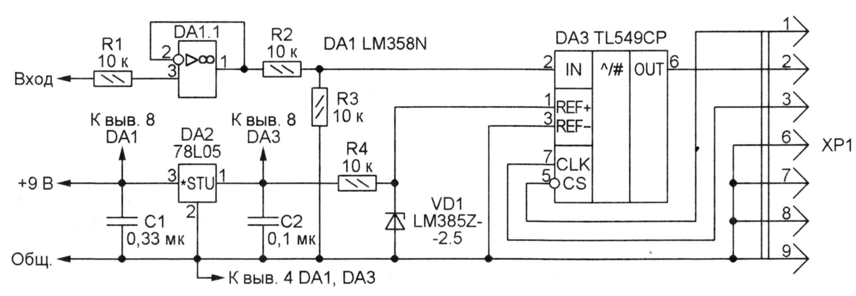


Рис. 1

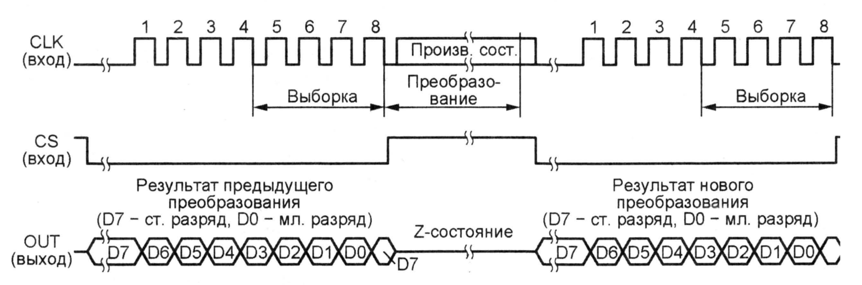


Рис. 2

По спаду четвертого тактового импульса начинается прием нового отсчета входного сигнала — зарядка внутренних конденсаторов АЦП до текущего значения напряжения на входе IN. По спаду последнего в цикле восьмого тактового импульса зарядка прекратится и АЦП начнет собственно преобразование напряжения в код, которое занимает не более 17 мкс. Во время преобразования либо уровень на входе $\overline{CS}$ должен оставаться высоким, либо уровень на входе CLK — низким. Первое предпочтительнее, иначе помеха на входе CLK может быть воспринята как тактовый импульс, что приведет к потере синхронизации между АЦП и управляющим его работой устройством.

Максимальная частота тактовых импульсов, подаваемых на АЦП TLC549CN, — 1,1 МГц, минимальная длительность этих импульсов и пауз между ними — 404 нс. Первый импульс высокого уровня должен поступить на вход CLK не ранее чем через 1,4 мкс после установки низкого уровня на входе $\overline{CS}$, иначе выход OUT будет возвращен в Z-состояние.

Источником образцового напряжения для АЦП в рассматриваемой приставке служит параметрический стабилизатор на стабилитроне LM385Z-2.5 (VD1) — это не традиционно выполняющий такую функцию диод Зенера, а двухвыводная микросхема со сложной внутренней структурой. Она имеет "стабилитронную" вольт-амперную характеристику с напряжением стабилизации 2,5 В, которое остается практически неизменным при токе от 20 мкА до 20 мА.

Входной повторитель на ОУ DA1.1 увеличивает входное сопротивление приставки и устраняет влияние внутреннего сопротивления источника исследуемого сигнала на работу АЦП. Рабочий интервал изменения исследуемого напряжения на входе приставки — 0...+5 В, а безопасный для нее — –35...+32 В. Делитель напряжения из резисторов R2 и R3 уменьшает вдвое (до безопасного для АЦП значения) интервал изменения напряжения, поступающего на его вход с выхода ОУ.

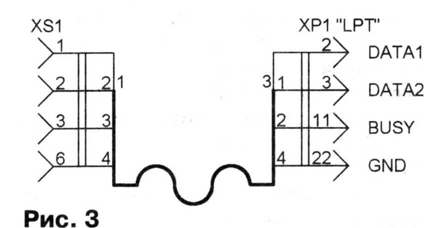
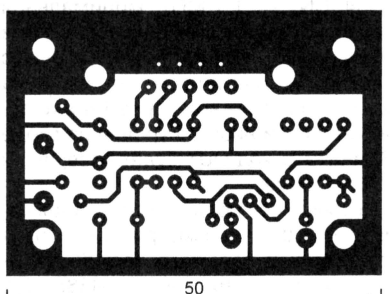


Рис. 3

Так как на вход REF+ АЦП подано образцовое напряжение +2,5 В, а ее вход REF– соединен с цепью нулевого потенциала (общим проводом), преобразование дает правильный результат при напряжении на входе IN 0...+2,5 В. Если напряжение на этом входе превысит образцовое, результат останется максимальным — 255 (0xFF в шестнадцатиричной системе счисления). А при напряжении преобразуемого сигнала, равном или меньше напряжения на входе REF–, результатом будет нулевой код.

Напряжение питания +9 В на ОУ DA1 поступает непосредственно, а на АЦП DA3 — после понижения до 5 В интегральным стабилизатором DA2. Обмен сигналами между АЦП и компьютером происходит через разъем XP1, соединенный с портом LPT компьютера кабелем, схема которого показана на **рис. 3**. Печатная плата приставки и расположение элементов на ней изображены на **рис. 4**.



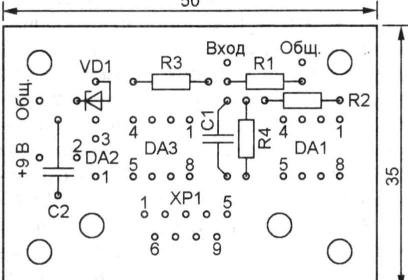


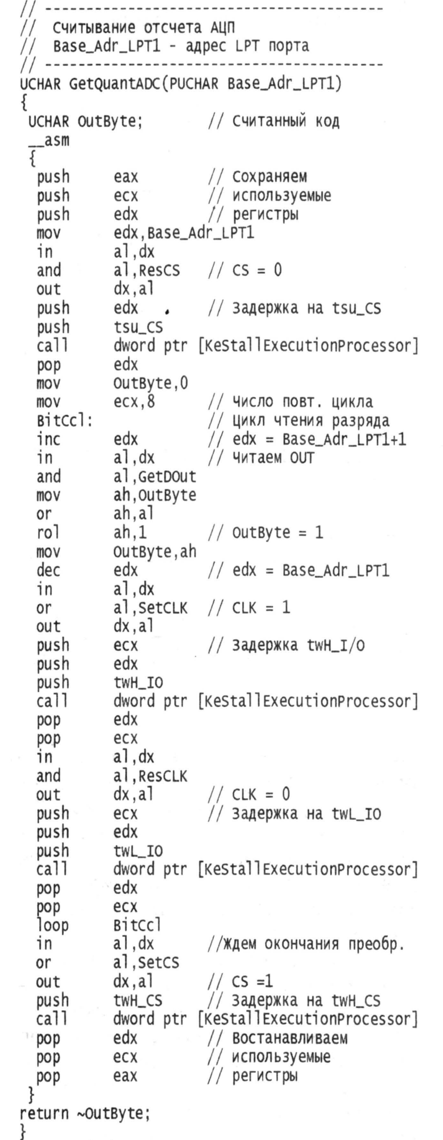
Рис. 4

Программное обеспечение "осциллографа" состоит из следующих файлов: osc.exe — исполняемый, ad_l549.sys — драйвер АЦП для Windows NT/2000/XP, HAdc.dll — драйвер АЦП для Windows 95/98/Me. Требуется также библиотека mfc42.dll, уже имеющаяся в большинстве операционных систем. Учтите, чтобы запустить программу osc.exe в системах Windows NT/2000/XP, нужно входить в них с правами администратора.

Функционально программа состоит из двух модулей — считывания информации АЦП и ее обработки. Оба работают параллельно, каждый в своем программном потоке, и обмениваются информацией через организованный в памяти компьютера буфер. Синхронизация доступа к буферу происходит с помощью сигналов "Разрешение заполнения буфера" и "Буфер заполнен".

Цикл работы начинается с того, что модуль обработки информации подает сигнал "Разрешение заполнения буфера". Получив его, модуль считывания опрашивает АЦП и заполняет буфер отсчетами исследуемого сигнала. Подпрограмма считывания одного отсчета АЦП представлена в **таблице**. Хотя это функция языка С, написана она на ассемблере. Подпрограмма начинает работу с присваивания нулевого значения разряду регистра порта LPT, "ответственному" за формирование сигнала на входе $\overline{CS}$ АЦП. После выдержки необходимой паузы и присваивания значения 8 счетчику разрядов производится считывание значения разряда порта, связанного с выходом OUT АЦП. Затем на входе CLK АЦП формируется первый тактовый импульс с необходимыми временными параметрами. Значение счетчика разрядов уменьшается на единицу и цикл, начиная с чтения состояния выхода OUT (метки BitCcl), повторяется восьмикратно. Выходной код АЦП считан полностью.

В завершение подпрограмма записью 1 в соответствующий разряд устанавливает на входе $\overline{CS}$ АЦП высокий уровень, после чего выдерживает паузу, требующуюся АЦП для выполнения преобразования. Его результат будет прочитан при следующем вызове подпрограммы.



```
// ----------------------------------------
//  Считывание отсчета АЦП
//  Base_Adr_LPT1 - адрес LPT порта
// ----------------------------------------
UCHAR GetQuantADC(PUCHAR Base_Adr_LPT1)
{
 UCHAR OutByte;          // Считанный код
 __asm
 {
  push    eax         // Сохраняем
  push    ecx         // используемые
  push    edx         // регистры
  mov     edx,Base_Adr_LPT1
  in      al,dx
  and     al,ResCS    // CS = 0
  out     dx,al
  push    edx         // Задержка на tsu_CS
  push    tsu_CS
  call    dword ptr [KeStallExecutionProcessor]
  pop     edx
  mov     OutByte,0
  mov     ecx,8       // Число повт. цикла
  BitCcl:             // Цикл чтения разряда
  inc     edx         // edx = Base_Adr_LPT1+1
  in      al,dx       // Читаем OUT
  and     al,GetDOut
  mov     ah,OutByte
  or      ah,al
  rol     ah,1        // OutByte = 1
  mov     OutByte,ah
  dec     edx         // edx = Base_Adr_LPT1
  in      al,dx
  or      al,SetCLK   // CLK = 1
  out     dx,al
  push    ecx         // Задержка twH_I/O
  push    edx
  push    twH_IO
  call    dword ptr [KeStallExecutionProcessor]
  pop     edx
  pop     ecx
  in      al,dx
  and     al,ResCLK
  out     dx,al       // CLK = 0
  push    ecx         // Задержка на twL_IO
  push    edx
  push    twL_IO
  call    dword ptr [KeStallExecutionProcessor]
  pop     edx
  pop     ecx
  loop    BitCcl
  in      al,dx       //Ждем окончания преобр.
  or      al,SetCS
  out     dx,al       // CS =1
  push    twH_CS      // Задержка на twH_CS
  call    dword ptr [KeStallExecutionProcessor]
  pop     edx         // Востанавливаем
  pop     ecx         // используемые
  pop     eax         // регистры
 }
return ~OutByte;
}
```

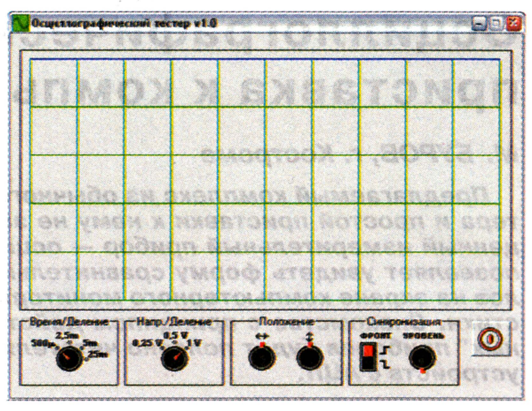


Рис. 5

Пока идет считывание результатов работы АЦП, модуль обработки занят отображением на экране ранее полученной информации и общением с пользователем. По заполнении буфера модуль считывания подает сигнал "Буфер заполнен" и переходит в состояние ожидания. Получив этот сигнал, модуль обработки переписывает содержимое только что заполненного буфера в видеобуфер. Далее вновь дается разрешение на работу модуля считывания, и так повторяется, пока программа не будет завершена по команде пользователя.

Большую часть окна программы, показанного на **рис. 5**, занимает "экран" с десятью делениями по горизонтали (ось времени) и пятью по вертикали (ось напряжения). Под экраном расположены виртуальные регуляторы, с помощью которых осциллограмме придают вид, наиболее удобный для восприятия. Красные метки на регуляторах показывают их текущие положения.

Управляют регуляторами с помощью мыши. Например, чтобы перевести дискретный регулятор скорости развертки или чувствительности осциллографа на одну позицию по часовой стрелке, достаточно "щелкнуть" по нему правой кнопкой мыши, а против часовой стрелки — левой кнопкой. Щелчок левой кнопкой по переключателю полярности синхронизации переводит его в противоположное положение.

Для перемещения луча по вертикали или по горизонтали, а также для регулировки уровня синхронизации установите курсор на красную метку соответствующей "ручки управления" и при нажатой левой кнопке мыши "вращайте" ручку в нужном направлении. По достижении нужного положения кнопку мыши следует отпустить.

Так как Windows не является операционной системой реального времени,

невозможно точно предсказать, в какой момент времени будет взят очередной отсчет входного сигнала. По этой причине вместе со значением отсчета в буфере фиксируется и время, когда он был взят. Текущий период дискретизации сигнала вычисляется, как интервал времени между двумя последовательными отсчетами. Его значение можно вывести на экран, нажав на клавишу с латинской буквой T. Повторное нажатие на ту же клавишу прекращает индикацию периода.

Как выяснилось, период дискретизации мало зависит от производительности процессора компьютера, но очень сильно — от типа операционной системы. В системах Windows NT/2000/XP он равен 120...140 мкс (при скорости развертки 0,5 мс/дел., 2,5 мс/дел., 5 мс/дел.) или 600...700 мкс (при скорости 25 мс/дел.), а в Windows 95/98/Me — в несколько раз больше. Наблюдается заметная зависимость периода дискретизации от загруженности процессора, т. е. от числа одновременно работающих приложений.

От редакции**. Упомянутые в статье файлы имеются на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/07/program.rar>

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, скриншот — автора

Акустический счетный сигнализатор

А. ОЗНОБИХИН, г. Иркутск

Это устройство, которое автор назвал просто АСС, неплохо установить на входе в общую прихожую или холл, откуда другие двери ведут в отдельные кабинеты или, например, в комнаты для занятий детских кружков. Имитацией стука в дверь АСС сигнализирует о каждом ее открывании, а нажав на кнопку, можно увидеть на индикаторе число этих событий за прошедшее с момента включения прибора время.

Для работы АСС необходимо оборудовать дверь контактным датчиком, разомкнутым, пока дверь закрыта, и замыкающим цепь при ее открывании. Чтобы сделать такой датчик, достаточно установить на дверной раме геркон, а на самой двери рядом с ним — магнит. Замыкающиеся при удалении магнита контакты геркона подключают к прибору, собранному по схеме, изображенной на **рис. 1**.

После включения питания конденсатор C3 заряжается через резистор R4. Пока идет зарядка, уровень напряжения на отрицательной обкладке конденсатора логически высокий, что удерживает в исходном (нулевом) состоянии счетчик DD2, триггеры DD1.1 (через диод VD3) и DD1.2. По окончании зарядки конденсатора уровень на входах установки счетчиков становится низким — АСС готов к счету открываний двери.

Как было сказано выше, геркон SF1 при закрытой двери разомкнут, в результате чего напряжение затвор—исток транзистора VT1 нулевое и транзистор закрыт. Как только геркон будет замкнут, напряжение на его затворе и истоке увеличится, и этот перепад, воздействуя на вход C триггера DD1.1, переведет этот триггер в состояние с высоким уровнем на прямом выходе (выводе 1) — таким же, как на входе D в момент перепада.

Транзистор VT4 будет открыт и через резистор R8 и диод VD6 соединит общий катод светодиодного семиэлементного индикатора HG1 с общим проводом (минусом батареи GB1). Это даст возможность увидеть на заработавшем индикаторе число, накопленное в счетчике DD2, — оно увеличивается на единицу с каждым открыванием двери, так как на вход C счетчика поступают импульсы с инверсного выхода (вывода 2) триггера DD1.1.

Когда уровень на выводе 1 триггера DD1.1 высокий, идет зарядка конденсатора C5 через резистор R5. Как только напряжение на конденсаторе превысит приблизительно половину напряжения питания, что будет воспринято входом R триггера DD1.1 как высокий логический уровень, триггер возвратится в состояние с низким уровнем на прямом выходе. Полевой транзистор VT4, закрывшись, отключит индикатор. Конденсатор C5 быстро разрядится через диод VD4, готовя устройство к следующему срабатыванию.

При указанных на схеме номиналах элементов R5 и C5 индикатор HG1 включается при каждом открывании двери всего на 7 с. Это время можно изменить, подбирая резистор R5. Ограниченная продолжительность работы индикатора экономит ресурс батареи

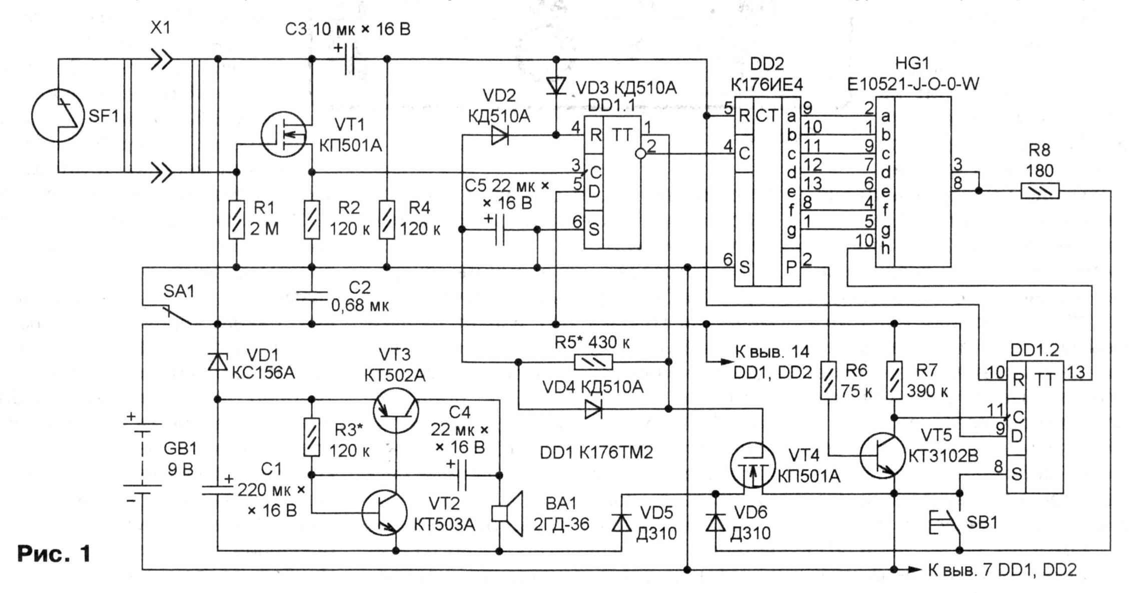
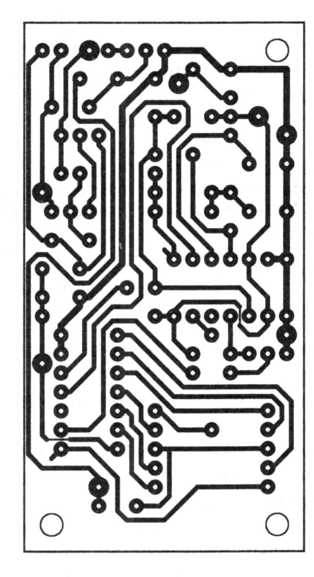


Рис. 1



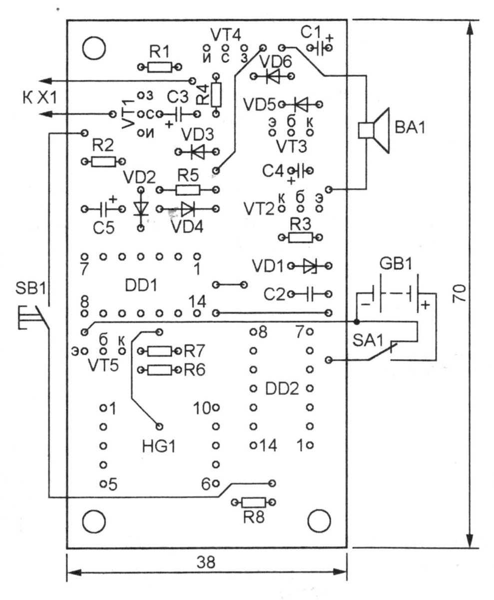


Рис. 2

питания GB1. Но при необходимости можно в любой момент увидеть его показания, замкнув цепь питания нажатием на кнопку SB1.

Счетчик DD2 имеет выход переноса (вывод 2), на котором с приходом десятого счетного импульса будет сформирован спадающий перепад уровня. После инвертора на транзисторе VT5 этот перепад поступит на вход С триггера DD1.2 уже нарастающим. Триггер перейдет в состояние с высоким уровнем на выходе (выводе 13), в результате чего будет включен элемент "h" (десятичная запятая) индикатора HG1. Это укажет, что число открываний двери больше девяти. Нужно либо не забывать прибавлять 10 к показаниям индикатора, либо выключить и вновь включить АСС, чтобы начать счет заново. Учтите, когда число открываний двери превысит 19, запятая вновь погаснет.

Каждый импульс на выходе триггера DD1.1 включит на 7 с не только светодиодный индикатор, но и звуковой имитатор стука в дверь. Транзистор VT4, открывшись, замыкает через диод VD5 и цепь питания имитатора. При нажатии на кнопку SB1 этого (благодаря диоду VD6) не происходит и звуковой сигнал не подается.

Имитатор представляет собой генератор импульсов на транзисторах VT2 и VT3 разной структуры. Стабилитрон VD1 гасит избыток напряжения питания, а конденсатор C1, накапливая энергию в паузах между щелчками, делает их более "сочными". Характер щелчков напоминает звук "тук-тук-тук-тук". Такой сигнал, в отличие от обычного тонального, менее надоедлив, большинство находящихся в помещении не ассоциируют его с сигналом тревоги, а потому не отвлекаются от основной деятельности.



Рис. 3

Частотозадающие элементы генератора R3 и C4 выбраны такими, что динамическая головка BA1 издает щелчки частотой 1...4 Гц. Наиболее подходящее значение можно выбрать, изменяя номинал резистора R3 в пределах 39...120 кОм. Не рекомендуется устанавливать частоту выше 10 Гц, это значительно увеличит потребляемый сигнализатором ток.

АСС собран на односторонней печатной плате из фольгированного гетинакса или стеклотекстолита, изображенной на **рис. 2**. Использованы резисторы МЛТ, конденсаторы C1, C3—C5 — оксидные К50-35 или импортные, C2 — керамический КМ или К10-17. Стабилитрон КС156А можно заменить одним из отечественных или импортных с напряжением стабилизации 4,7...5,6 В, а остальные диоды — любыми маломощными кремниевыми.

Вместо полевого транзистора КП501А подойдет и его функциональный аналог — микросхема К1014КТ1, часто применяемая в электронных телефонных аппаратах. Транзисторы КТ502А и КТ503А при необходимости заменяют любыми кремниевыми малой или средней мощности соответствующей структуры (p-n-p и n-p-n). Будут работать даже старые германиевые транзисторы (например, МП38 и МП41), но для их установки потребуется увеличить размеры печатной платы. А вот транзистор КТ3102В заменять в АСС германиевым не следует. Здесь годится любой маломощный кремниевый, желательно, с коэффициентом передачи тока не менее 100.

Светодиодный индикатор указанного на схеме типа — одноразрядный семиэлементный красного цвета свечения повышенной яркости — заменяется любым другим с общими катодами элементов. Конечно, с учетом отличий в цоколевке. Кнопка SB1 — КМ1-I или другая малогабаритная, тумблер SA1 — малогабаритный MTS-102 или SMTS-102. Геркон SF1 — с контактной группой на переключение, например, от реле РЭС55. Использованы замкнутые в отсутствие внешнего магнитного поля контакты геркона.

Для питания АСС применены две соединенные последовательно "плоские" гальванические батареи 3R12 напряжением по 4,5 В. Учитывая очень небольшой (всего несколько микроампер) ток, потребляемый АСС в дежурном режиме, они прослужат очень долго. Можно, конечно, питать АСС и от малогабаритной батареи 6F22 напряжением 9 В, но практика показывает, что срок ее службы не превышает шести месяцев, а отечественного аналога "Корунд" — еще меньше.

Печатная плата вместе с батареей питания помещена в прямоугольный пластмассовый корпус — мыльницу размерами 100×60×30 мм. На переднюю панель корпуса наклеена декоративная накладка (**рис. 3**), защищенная достаточно широкой липкой лентой. Тумблер SA1 ("Пит."), кнопка SB1 ("N") и не показанное на схеме двухконтактное штекерное гнездо ("АС") для подключения динамической головки BA1 закреплены в отверстиях передней панели. Здесь же имеется окно для наблюдения показаний индикатора HG1. Прибор подвешивают на два шурупа с полукруглыми головками, ввинченных в стену или другую вертикальную поверхность. Для них в задней стенке корпуса пропилены пазы — такие же, как обычно делают в петлях, крепящих к стене полки и другую мебель.

Собранный без ошибок АСС налаживания не требует. При частых ложных срабатываниях резистор R1 рекомендуется зашунтировать керамическим конденсатором емкостью около 0,022 мкФ.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, иллюстрация — автора

РАДИО
тел. 207-68-89
E-mail: mail@radio.ru
При содействии Союза радиолюбителей России
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
о связи

Так создают репитеры

Хорошее прохождение (по-видимому, тропосферное) позволило в 1987 г. тверским радиолюбителям UA3IBK и RA3IS провести первую радиосвязь через один из московских репитеров. Возникла мысль установить такой же в Твери, и вот в декабре 1988 г. заработал первый тверской репитер на частоте 145,7 МГц. В начале это была радиостанция FM-301, переделанная под задачи репитера UA3ILD и UA3IKC. Репитер был установлен на 9-этажном доме и работал очень неплохо.

Со временем появилась возможность разместить его на самом высоком здании, расположенном в центре города. Но неожиданно возникли проблемы электромагнитной совместимости (из-за не очень высоких параметров аппаратуры). Тогда тверчане решили "вскладчину" купить фирменный репитер. Дело было еще до "дефолта", и половину суммы собрали быстро — десять человек "скинулись" по 100 долларов. Со временем тем, кто вносил по 100 долларов, смогли вернуть половину этой суммы. Остальные деньги собирали медленно и понемногу. Всего в программу "тверской репитер" вложили личные средства примерно 80 радиолюбителей.

Фирменный репитер ICOM VR-8050 проработал несколько лет устойчиво — в процессе эксплуатации лишь один раз выходил из строя модуль УМ. Пока не купили новый модуль, репитер работал лишь с использованием драйвера (около 10 Вт).



"Репитерная" команда: Дима (RK3IXD), Владимир (UA3IEO), Дима (UA3IKF), Дамир (UA3ILZ), Андрей (UA3ICK) и Андрей (UA3IGX). В кадр не попал только "хранитель" репитера — Станислав (UA3IKC).

И вот снова появилась возможность улучшить месторасположение репитера. Содействие в этом оказали RA3IY, UA3IMO и UA3IUN.

Работы по его демонтажу и переносу на новое место несколько затянулись, и тверчане почувствовали, как его не хватает. Несмотря на хорошую обеспеченность радиолюбителей телефонами, репитер незаменим — это клуб в эфире, возможность пообщаться с друзьями—радиолюбителями. RA3IS несколько раз звонил 96-летний RA3IAA и интересовался: "Когда же, наконец, включат репитер?".



Антенна репитера установлена!

Наконец, 25 марта этого года репитер был перенесен за черту города. Новое его QTH находится на расстоянии 13 км от центра Твери. Антенны теперь размещены на высоте около 80 метров над землей и 205 метров над уровнем моря.

Мощность его передающего тракта — 50 Вт. Антенны — X510 двухдиапазонные коллинеары (с расчетом на дальнейшее расширение его функций). Дуплексера у репитера нет, но на входе приемного тракта установлен кварцевый фильтр на частоту 145,1 МГц с полосой пропускания около 40 кГц и с затуханием около 6 дБ в полосе. Без него репитер "затыкался" собственным сигналом даже на пониженной мощности.

По оценкам радиолюбителей, радиус зоны его покрытия увеличился в полтора раза. Ответственный за эксплуатацию репитера — Станислав (UA3IKC). На старом месте (здание высотой в 25 этажей) остались передающая антенна ARX-2B и приемная DIAMOND F-23. Возможно, здесь будет установлен маяк или еще что-то. Предложения принимаются (желательно, в железе сразу!).

Материалы предоставил Сергей Кемов (RA3IS)



Новости СРР

"Домодедово—2006"

В этом году Всероссийский радиолюбительский фестиваль "Домодедово—2006" пройдет с 28 сентября по 1 октября. Место проведения, уже ставшее традиционным, — ДО "Москвич", расположенный в Домодедовском районе Московской области. Союз радиолюбителей России приглашает всех в гости!

Новости

Новые купоны IRC

С 1 июля 2006 г. Международным почтовым союзом введены в обращение международные возвратные купоны (IRC) нового образца. Они будут действительны по 31 декабря 2009 г. Срок действия купонов, поступивших в обращение в 2002 г., истекает 31 декабря 2006 г.



Интересно, что 1 октября 2007 г. исполнится 100 лет со дня появления первого IRC. В последнее время в мире продается 2,2 миллиона купонов ежегодно. Дизайн нового купона разработан украинским графиком Владимиром Тараном. В основе сюжета — фрагмент одной из картин Микеланджело.

Затраты радиолюбителей

Согласно опроса, проведенного радиолюбительским интернет-порталом QRZ.RU, средние затраты 26,73 % радиолюбителей на наше увлечение составляют до 5000 руб. ежегодно. Совсем без затрат обходятся 6,46 % опрошенных, в 100 руб. укладываются 3,62 % радиолюбителей. Чуть более 8 % коротковолновиков тратят на хобби до 500 руб., примерно столько же — до 20 тысяч, а в два раза большее число операторов расходует около 1000 руб. Затраты более 12 % радиолюбителей ежегодно достигают значений в 10 тысяч руб. Высокие затраты (до 50 тысяч руб.) несут 5,3 %, а более указанной суммы — 7,4 % радиолюбителей. Оставшиеся почти 5 % опрошенных зарабатывают на услугах и товарах для радиолюбителей.

Соревнования

RUSSIAN "RADIO" RTTY CONTEST

Соревнования будут проходить с 0 UTC до 24 UTC 2 сентября 2006 г. на диапазонах 10, 15, 20, 40 и 80 метров. К участию в них приглашаем коротковолновиков всех стран мира.

Зачетные подгруппы: SOMB (один оператор — все диапазоны), SOSB (один оператор — один диапазон), MOST (несколько операторов — все диапазоны — один передатчик), SWL (наблюдатели). Станции в подгруппах один оператор — один диапазон могут работать в соревнованиях на всех диапазонах, а заявляться для зачета только на одном из них.

Российские участники передают контрольные номера, состоящие из RST и двухбуквенного условного обозначения области, а остальные участники — RST и номер зоны по списку диплома WAZ. Повторные радиосвязи разрешены на разных диапазонах.

За связь внутри континента начисляется 5 очков, с другим континентом — 10 очков. Каждая область России и каждая страна по списку диплома DXCC дает одно очко для множителя на каждом диапазоне. Заявляемый результат получается перемножением суммы очков за связи на суммарный множитель.

Отчеты желательно представлять в электронном виде и в формате Cabrillo. Бумажный отчет составляют в хронологическом порядке проведения радиосвязей со строкой отчета: время (UTC), диапазон (МГц), вид работы, позывной корреспондента, переданный и принятый контрольные номера. Очки просчитывать не обязательно. Отчеты необходимо в срок до 23 сентября 2006 г. выслать по адресу: **107045, Москва, Селиверстов пер., 10, редакция журнала "Радио"**, электронные — по адресу <**contest@radio.ru**>.

Победитель в подгруппе один оператор — все диапазоны будет отмечен медалью, а в подгруппе несколько операторов — все диапазоны — один передатчик — плакеткой. Дополнительно (при высокой активности) медалями могут быть отмечены и победители по диапазонам. Контест-дипломами будут отмечены победители по странам (в многодиапазонном зачете) и радиостанции, показавшие высокие результаты в подгруппах.

Дипломы

"50 лет городу Междуреченску". Диплом выдают за проведение двусторонних радиосвязей с любительскими радиостанциями членов Междуреченского городского радиоклуба (Кемеровская обл., районы по программе RDA KE-22 и KE-36).



Для получения диплома соискателям из азиатской части России или азиатских стран СНГ необходимо набрать 50 очков, начисляемых так: за одну радиосвязь на КВ и УКВ диапазонах с коллективной станцией радиоклуба — 20 очков; с индивидуальной радиостанцией — члена радиоклуба — 10 очков. Очки за QSO, проведенные радиолюбителями европейской России и тех стран СНГ, которые расположены на европейском континенте, на диапазонах 160, 80 и 40 метров удваиваются. Также всем радиолюбителям удваиваются очки за радиосвязи, проведенные в дни активности радиолюбителей — членов Междуреченского городского радиоклуба (в День города — 23 июня и в День шахтера — последнее воскресенье августа). Для иностранных радиолюбителей (не Россия и другие страны СНГ) очки утраиваются. Наблюдателям диплом выдается на аналогичных условиях.

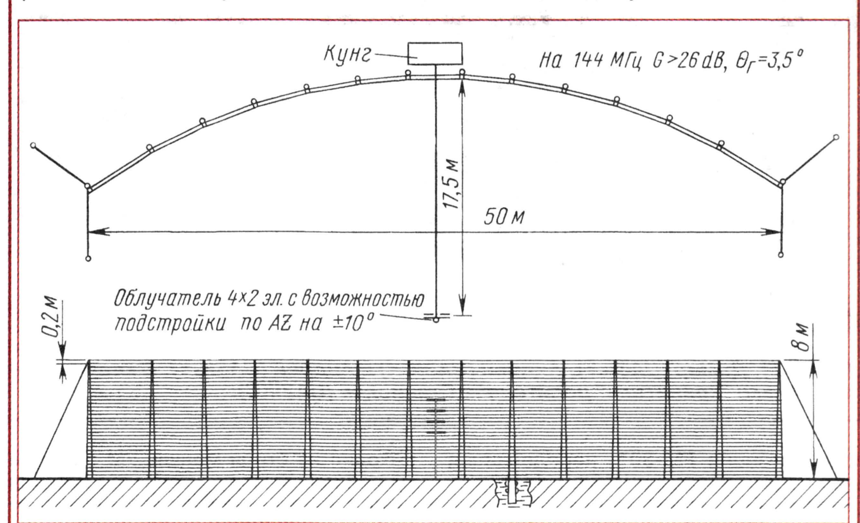
Повторные QSO разрешены на различных диапазонах, а на одном диапазоне — различными видами излучения. Повторные радиосвязи также разрешены на одном диапазоне одним видом излучения, если связь проведена в один из дней активности радиолюбителей — членов Междуреченского городского радиоклуба или если радиостанция работает из Междуреченского района (KE-36 по программе RDA) в полевых условиях (.../p).

Заявку составляют в виде выписки из аппаратного журнала и заверяют в местной радиолюбительской организации или подписью двух радиолюбите-

(Окончание см. на с. 71)

Страничка истории

В середине 60-х годов в стране шло интенсивное освоение радиолюбителями ультракоротковолновых диапазонов. Горьковские радиолюбители решили изготовить направленную на Москву суперантенну, чтобы проверить возможность установления стабильной УКВ радиосвязи между двумя городами за счет тропосферного распространения радиоволн.



Конструкцию параболической антенны разработал Анатолий Бондаренко (RW3TI), а в группу строителей входили Олег Архипов (RW3TJ), Эдуард Смирнов (RA3TAP), Вадим Кузнецов (RW3TY), Валерий Сайкин (UV3TQ), Андрей Фурштаков (RA3TAQ), Анатолий Мансфельд (RA3TAS) и три "SWL". Удобное место для размещения этого "монстра" (см. **рисунок**) предоставил Горьковский аэропорт.

И вот весной 1965 г., по субботам и воскресеньям, закипела работа. Для начала надо было выкопать в прессованном глиноземе 14 ям глубиной 1,5 м для установки восьмиметровых столбов. Каждый удар лома отбивал только небольшой кусок глины. Столбы тащили по полю на канатах на расстояние более километра. "Запорожец" RA3TAP оказывал посильную помощь... Проволоку для рефлектора (около 2,5 км!) "добыли", размотав длиннющий жгут. Строительство антенны закончилось, когда уже шел дождь со снегом...

Информацию предоставил А. Бондаренко (RW3TI)

Трансвертер диапазона 1260 МГц

И. НЕЧАЕВ (UA3WIA), г. Курск

Описываемый в статье трансвертер обеспечивает работу в диапазоне 1260 МГц, используя трансивер диапазона 144 МГц. Схема устройства приведена на **рис. 1**. Его основой является специализированная микросхема HPMX5001, предназначенная для построения трансвертеров диапазона 1,5...2,5 ГГц, в которой имеется большинство необходимых для этого узлов. Она обеспечивает преобразование частоты сигналов передатчика "вверх", а принимаемых сигналов "вниз" — в диапазон рабочих частот приемника. Совместно с трансвертером можно применять как трансивер, так и раздельные передатчик и приемник.

В состав микросхемы HPMX5001 входят активные элементы генератора, который работает на половинной частоте гетеродина. Частота генерируемого сигнала определяется параметрами внешнего LC-контура. После усиления сигнал генератора поступает на удвоитель частоты и предварительный делитель. Далее сигнал удвоенной частоты поступает на смесители передающего и приемного трактов. Предварительный делитель обеспечивает деление частоты генератора на 32 или 33 и его можно использовать для построения внешнего синтезатора частоты.

Сигнал передатчика поступает на "свой" смеситель, а с его выхода на выходной буферный усилитель, который обеспечивает неискаженный выходной сигнал с уровнем 0 дБмВт (225 мВ на нагрузке 50 Ом). Принимаемый сигнал сначала поступает на предварительный усилитель с коэффициентом усиления 13...14 дБ и коэффициентом шума 10 дБ, затем — на смеситель и на выход приемного тракта. Входы и выходы тракта передатчика, а также входа приемника дифференциальные. Управление режимами работы микросхемы, а также коэффициентом деления предварительного делителя осуществляется внешними логическими сигналами. Соответствие управляющих сигналов и режимов работы приведено в **таблице**.

Для обеспечения стабильности частоты преобразованных сигналов в трансвертере применен одночастотный синтезатор частоты, т. е. частота гетеродина не меняется при переходе из режима RX в TX, или наоборот. На логическом элементе DD1.1 собран генератор с кварцевой стабилизацией частоты, а на элементе DD1.2 — буфер. Сигнал с выхода предварительного делителя поступает на второй буфер на элементе DD1.3. Сигналы с выходов обоих буферов поступают на фазовый детектор, выполненный на логическом элементе DD1.4 "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ". Сигнал с выхода фазового детектора через пропорционально-интегрирующий фильтр R33C48R30C46 поступает на варикап VD7 и обеспечивает подстройку частоты генератора.

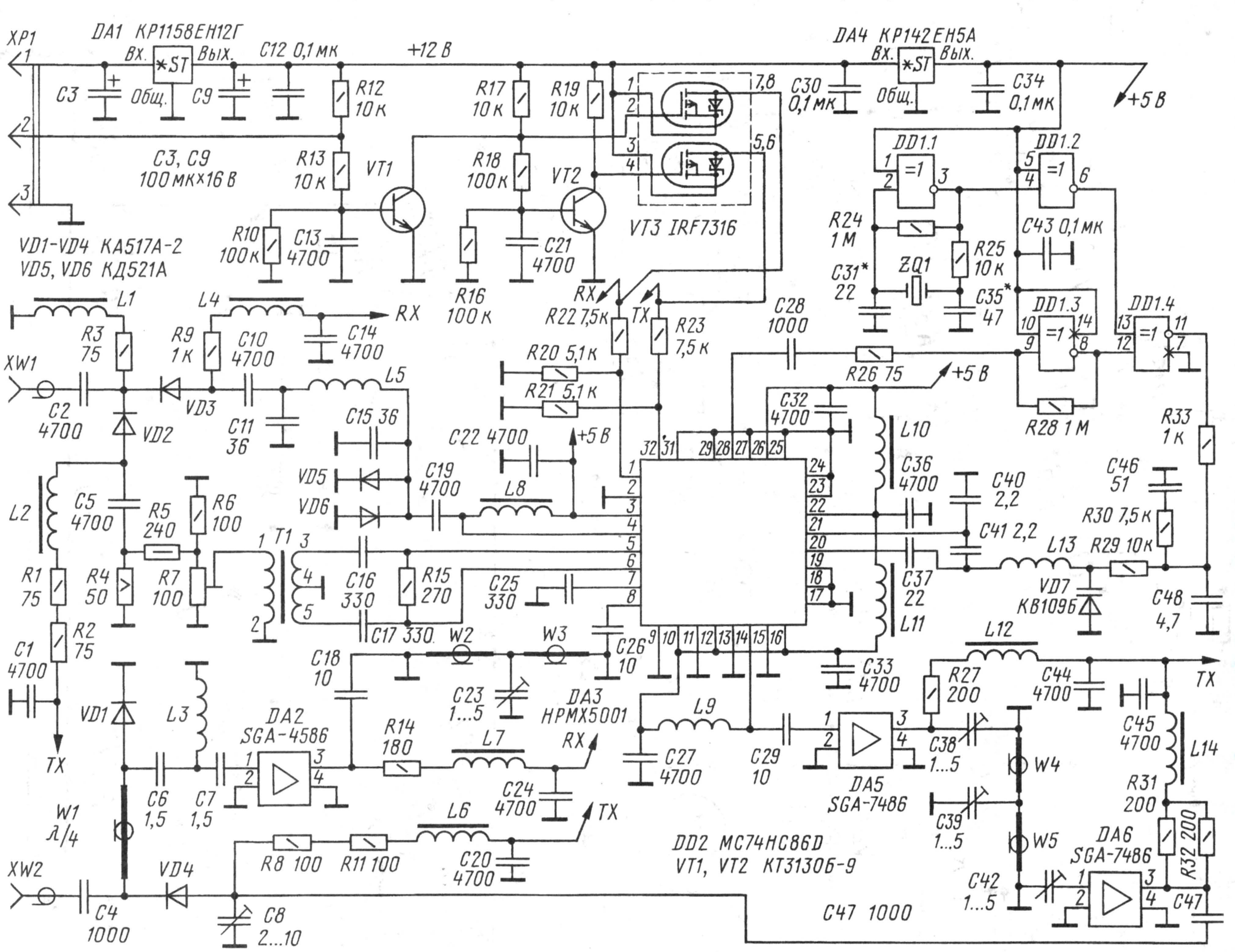
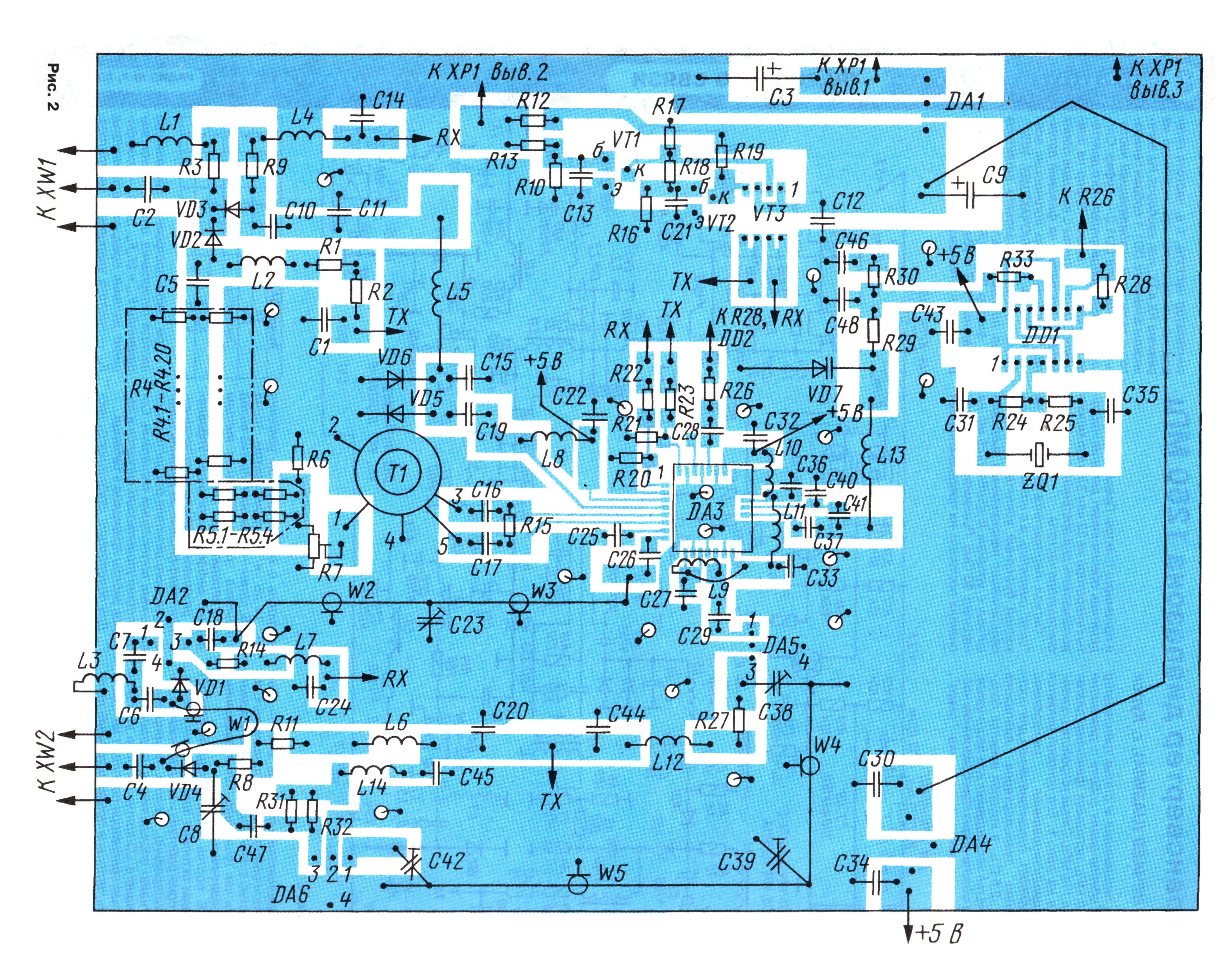


Рис. 1

Вывод DA3	1	32	32	30
TX	0	1	0	X
RX	1	0	0	X
Синтезатор	1	1	0	X
Выключено	1	1	1	X
$К_д$=32	X	X	X	1
$К_д$=33	X	X	X	0

При таком построении синтезатора частота гетеродина определяется выражением $F_{гет} = 2К_дF_{кв}$, где $К_д$ — коэффициент деления преддделителя частоты; $F_{кв}$ — частота кварцевого генератора. В этом случае частоту гетеродина можно изменять за счет изменения частоты


К XP1 Выв.2
К XP1 Выв.1
К XP1 Выв.3
К XW1
К XW2
К R26
К R28, DD2
RX
TX
+5 В
L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12 L13 L14
C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C19 C20 C21 C22 C23 C24 C25 C26 C27 C28 C29 C30 C31 C32 C33 C34 C35 C36 C37 C38 C39 C40 C41 C42 C43 C44 C45 C46 C47 C48
R1 R2 R3 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33
R4.1–R4.20
R4
R5.1–R5.4
VD1 VD2 VD3 VD4 VD5 VD6 VD7
VT1 VT2 VT3
б к э
DA1 DA2 DA3 DA4 DA5 DA6
DD1
ZQ1
T1
W1 W2 W3 W4 W5
Рис. 2

кварцевого резонатора ZQ1 или коэффициента деления предварительного делителя частоты. Например, для рабочих частот трансвертера 1296 МГц и трансивера 145 МГц (частота гетеродина — 1151 МГц) необходимо применить кварцевый резонатор ZQ1 с частотой 17984 кГц для $K_д$ = 32 или 17439 кГц для $K_д$ = 33. Таким образом, можно подобрать подходящие частоты трансивера и кварцевого резонатора.

Если трансивер имеет так называемый режим "трансвертера", т. е. на его индикаторе можно установить рабочую частоту трансвертера, то это облегчит выбор частоты кварцевого резонатора, так как не будет проблем с ее отсчетом. Если такого режима нет, то частоту гетеродина следует выбирать более "круглой" и удобной для отсчета. Например, можно выбрать частоту трансивера 146 МГц, при этом частота гетеродина составит 1150 МГц, а частота кварцевого резонатора ZQ1 — 17968 или 17424 кГц. Рабочую частоту трансивера желательно выбирать в диапазоне 144...146 МГц, но при этом частоту 144 МГц применять не рекомендуется, так как она кратна частоте 1296 МГц.

В режиме RX трансвертер работает следующим образом. Сигнал с антенны или антенного блока поступает на гнездо XW2 и через отрезок коаксиального кабеля W1 с электрической длиной $\lambda/4$ поступает на ФВЧ C6L3C7 с частотой среза 1100 МГц, который ослабляет сигналы телевизионных передатчиков и сотовых телефонов. Диоды VD1 и VD4 закрыты и на уровень сигнала не влияют. Далее сигнал поступает на малошумящий усилитель, собранный на микросхеме DA2 SGA-4586, обеспечивающий усиление до 20 дБ при коэффициенте шума около 1,8 дБ. С выхода усилителя сигнал поступает на полосовой фильтр, собранный на полуволновом резонаторе на отрезках коаксиального кабеля W2 и W3. Настройка на центральную частоту осуществляется подстроечным конденсатором C23. Такой фильтр обеспечивает полосу пропускания несколько десятков мегагерц и подавление зеркального канала приема 15...20 дБ.

Затем сигнал поступает на вход RX микросхемы DA3 и после усиления и преобразования подается на выход. Он проходит через ФНЧ C11L5C15 с частотой среза около 150 МГц и, через открытый диод VD3, на гнездо XW1, к которому подключен трансивер. Диоды VD5, VD6 защищают микросхему от сигнала передатчика трансивера.

В режиме TX на гнездо XW1 поступает сигнал передатчика трансивера и через открытый диод VD2 — на резистивный аттенюатор R4R5R6R7. Он необходим для того, чтобы снизить уровень сигнала передатчика трансивера до номинального уровня. Диод VD3 будет закрыт и не пропустит сигнал передатчика.

После аттенюатора и плавного регулятора уровня на резисторе R7 сигнал поступает на трансформатор T1, а затем на вход TX микросхемы DA3. После преобразования на выходе TX микросхемы формируется сигнал, который поступает на усилитель на микросхеме DA5 (SGA-7486). Эта микросхема обладает усилением около 20...25 дБ при максимальной выходной мощности 20...23 дБмВт (2,23...3,16 В на нагрузке 50 Ом).

Усиленный сигнал передается на полосовой фильтр на полуволновом резонаторе W4, W5 и после фильтрации поступает на оконечный усилительный каскад на микросхеме DA6. Подстроечными конденсаторами C38, C39, C42 осуществляются согласование резонатора с усилительными каскадами и настройка на центральную частоту. Настройка на частоту осуществляется конденсатором C39. Выходной сигнал (мощностью 150...200 мВт) через открытый диод VD4 поступит на гнездо XW2. При этом диод VD1 также будет открыт и его сопротивление составит несколько омов. Таким образом, отрезок кабеля W1 окажется замкнутым практически накоротко и его сопротивление в точке подключения к диоду VD4 будет большим и практически не будет оказывать влияния на уровень выходного сигнала трансивера в режиме TX.

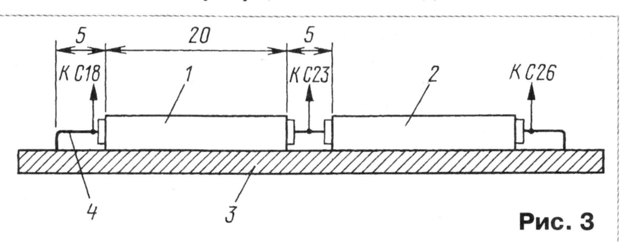


Рис. 3

Питание микросхемы DA3 осуществляется от стабилизатора напряжения на микросхеме DA4 (+5 В), а остальных узлов (+12 В) — от стабилизатора напряжения на микросхеме DA1. Для переключения режимов работы служит VT3 — сдвоенный сильноточный переключательный полевой транзистор с p-каналом. Переключение режимов работы RX/TX осуществляется от трансивера, используется транзисторный каскад с открытым коллектором. В режиме TX этот транзистор открывается, при этом транзистор VT1 закроется, а VT2 откроется. Один из полевых транзисторов откроется, а другой закроется, и питающее напряжение поступит на узлы, работающие в этом режиме. В режиме RX все происходит наоборот, и будут работать другие узлы. Питать трансвертер можно непосредственно от блока питания или через трансивер, а питающее напряжение должно быть не менее 12,6 В.

Большинство деталей размещено на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита (115×90 мм), эскиз которой в масштабе 2:1 показан на **рис. 2**. Вторая сторона оставлена металлизированной и используется в качестве общего провода. По краю платы обе стороны соединены между собой фольгой, а через отверстия — отрезками провода. Плату размещают в корпусе подходящего размера. На задней панели делают отверстия для гнезд XW1, XW2 и соединительных проводников. Для облегчения теплового режима на корпусе желательно установить малогабаритный вентилятор, обдувающий область платы (со стороны металлизации), на которой установлены аттенюатор и микросхема DA6, а в корпусе сделать вентиляционные отверстия. Для повышения стабильности частоты кварцевый генератор можно поместить в термостат [1] и закрыть его крышками из пенопласта.

В устройстве можно применить детали: микросхемы стабилизаторов напряжения из серий 142, 78, 1158, DA5, DA6 — GALI-5, диоды VD5, VD6 — КД522А, Б. Оксидные конденсаторы — танталовые для поверхностного монтажа, подстроечные — КТ4-25, остальные — К10-17, подстроечный резистор R7 — СП3-19, постоянные — Р1-12 типоразмера 1206 и мощностью 0,25 Вт, R4 составлен из 20 штук по 1 кОм, включенных параллельно, а R5 — из четырех по 240 Ом, включенных последовательно-параллельно.

Катушки индуктивности: L1, L2, L4, L6—L8, L10—L12, L14 — дроссели EC-24 индуктивностью 10—100 мкГн; L3, L9 намотаны проводом диаметром 0,2 мм на оправке диаметром 2 мм и содержат 2,5 и 5 витков соответственно, длина намотки — 3 мм. Катушки L5 и L13 намотаны на оправке диаметром 3 мм, первая — проводом ПЭВ-2 0,4; вторая — посеребренным проводом диаметром 0,8 мм и содержит 6 и 4 витка соответственно, длина намотки — 10 мм. Трансформатор намотан на ферритовом кольце проницаемостью 400—600, диаметром 10 мм втрое сложенным проводом и содержит 10 витков. Гнезда XW1, XW2 — типа SMA для установки на печатную плату.

Конструкция полосового фильтра на основе полуволнового резонатора на примере W2, W3 показана на **рис. 3**. Он собран из двух отрезков 1 и 2 полужесткого кабеля РК50-2-25 (внешний проводник — медная трубка), которые припаяны к плате 3, а центральные проводники спаяны между собой и к ним припаян подстроечный конденсатор, а другие четыре припаяны к плате. Отрезки W2, W3 располагаются на одной прямой, а W4, W5 — под прямым углом друг к другу.

При налаживании подстроечными конденсаторами устанавливают максимум сигнала при приеме или передачи. Уровень выходного сигнала трансивера в режиме TX регулируют резистором R7 по минимуму гармоник и максимуму мощности излучения выходного сигнала трансвертера.

В авторском варианте чувствительность трансвертера в режиме ЧМ составила 0,12...0,15 мкВ, а выходная мощность — 150...200 мВт. Трансвертер предназначен для совместной работы с антенным блоком, описание которого приведено в [2], или аналогичным. Совместно с трансивером FT-857 он использовался командой RW3WWW в УКВ соревнованиях "Полевой день 2004" и "Полевой день 2005".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Малогабаритный термостат. — Радио, 2005, № 10, с. 43.

2. **Нечаев И.** Антенный блок диапазона 1260 МГц. — Радио, 2004, № 10, с. 64—66.

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев

Переключаемая направленная антенна диапазона 80 метров

Эрнест ОСЬМИНКИН (UA4ANV), г. Волгоград

Поиски конструкции антенны для проведения дальних связей в диапазоне 80 метров, имеющей приемлемые электрические параметры при относительно малых размерах, привели меня к антенне DF4SA "Спайдер" [1]. Эта антенна представляет собой трехдиапазонный волновой канал со сведенными концами пассивных элементов. Если расположить элементы антенны вертикально и согнуть ее пассивные элементы примерно посередине под углом 90°, расположив их параллельно поверхности земли, получим трехэлементную антенну с вертикальной поляризацией "Полуспайдер" (**рис. 1**).

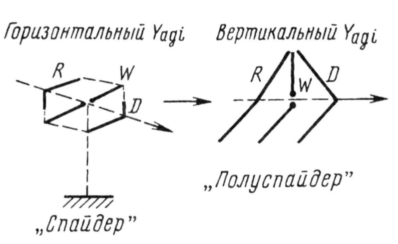
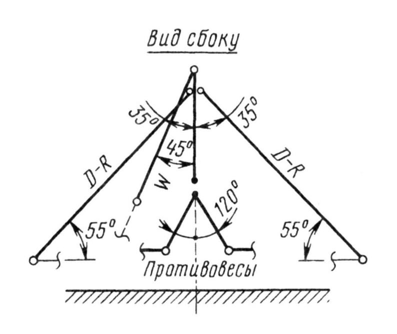


Рис. 1



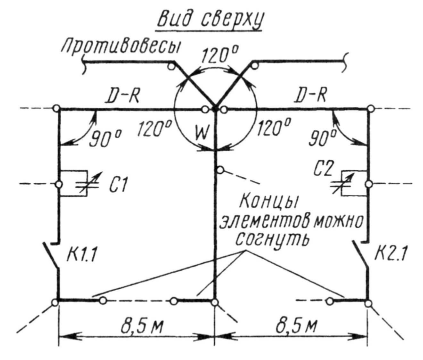


Рис. 2

Антенна представляет собой полноразмерную однодиапазонную проволочную систему, которая состоит из излучателя W (активного вибратора), двух переключаемых пассивных элементов D—R (директор—рефлектор) и системы радиотехнического заземления в виде сети проводов, проложенных по поверхности земли и не связанной непосредственно с элементами антенны. Направление излучения антенны — запад—восток.

Схема антенны показана на **рис. 2**, где видно, что концы вертикальных частей пассивных элементов D—R сведены к вибратору W (вид сбоку), а их горизонтальные части расположены параллельно друг другу, а также параллельно одному из противовесов активного элемента (вид сверху). В таком исполнении система монтируется на одной мачте высотой 16 м и занимает площадь, ограниченную прямоугольником 18×25 м.

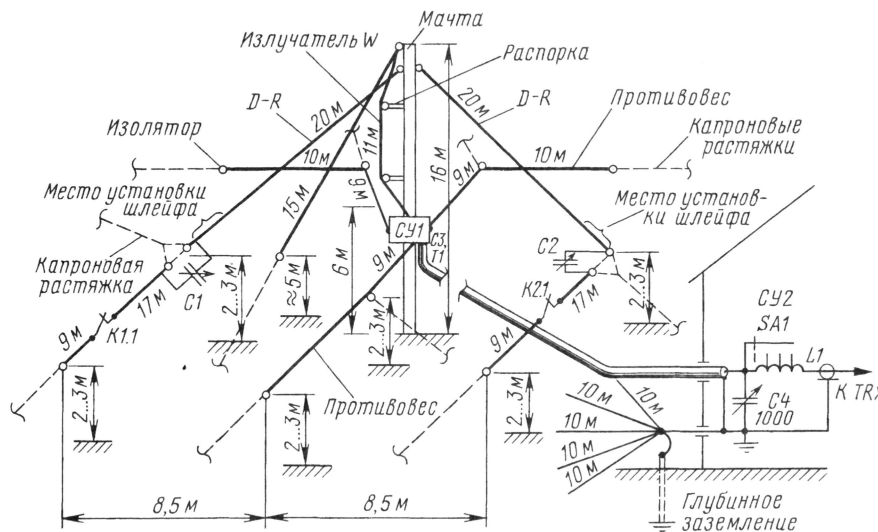


Рис. 3

Общий эскиз антенны с установочными размерами элементов представлен на **рис. 3**. Вибратор W построен с учетом рекомендаций DL2KQ [2]. Он выполнен как удлиненный "GP" с поднятой на 6 м точкой питания и емкостной нагрузкой в виде одного луча. Общая длина излучателя — 26 м. Вертикальная часть вибратора (11 м) поднята к вершине мачты, а затем направлена к земле под углом 40...45° и с помощью изолятора и капроновой растяжки закреплена на опоре, вкопанной в землю, образуя, таким образом, емкостную нагрузку. Такое решение позволило значительно увеличить входное сопротивление вибратора. Реактивная составляющая входного сопротивления скомпенсирована конденсатором, включенным последовательно с вибратором. Три противовеса по 19 метров каждый, расходящиеся в горизонтальной плоскости под углами в 120°, снижаются на длину 9 м под углом примерно 60° относительно земли до высоты 2 м и далее располагаются горизонтально на этой высоте. Один из них должен находиться перпендикулярно направлению излучения и параллельно горизонтальным частям пассивных элементов (см. рис. 2).

Пассивные элементы D—R представляют собой проводники длиной 46 м, каждый из которых разбит на три отрезка — 20, 17 и 9 м. Желательно, чтобы вертикальная часть каждого элемента D—R (см. рис. 2) была длиной не менее 20 м. Если площадь размещения антенны не позволяет это сделать, можно в точке изгиба элементов установить шлейфы, в виде одновитковых рамок треугольной формы с периметром примерно 3 м и растянутых в воздухе с помощью изоляторов и оттяжек (**рис. 4**). Это позволит сохранить геометрическую длину вертикальной части.

Принципы настройки пассивных элементов D—R заимствованы из антенн типа "Yagi" конструкций W2EEY и DL1FK [3]. В точках перегиба вертикальной и горизонтальной частей пассивных элементов в разрыв проводников включены настроечные КПЕ С1 и С2 (см. рис. 3) емкостью 24...1000 пФ (две секции включены параллельно) с зазором между пластинами около 0,5 мм. Отрезки 17 и 9 м коммутируются контактами реле (любого типа), рассчитанными на ток до 10 А. Реле переключают режимы работы пассивных элементов (директор—рефлектор), тем самым изменяя диаграмму направленности антенны на 180°. Размещены реле в пластиковых водонепроницаемых электрических коробках (**рис. 5**).

Если площадь размещения антенны не позволяет растянуть противовесы полностью, то их концы также можно согнуть, как показано на рис. 2, то же касается и нижних концов пассивных элементов. Изгибание частей проводников несколько уменьшает апертуру антенны, но сохраняет резонансные свойства элементов.

Проволочные элементы антенны выполнены из самодельного медного канатика диаметром 2...3 мм, изготовленного из провода ПЭВ-2 0,5. Не следует применять одножильный медный провод, тем более — стальной оцинкованный.

Концы элементов антенны и места их изгибов закреплены на опорах через самодельные изоляторы из оргстекла и капроновый (не тянущийся) бельевой шнур на уровне 2 м над землей. Из такого же шнура выполнены и два яруса растяжек несущей мачты. Нижними опорами могут быть столбы и трубы, вкопанные в землю, заборы или постройки.

Мачта антенны — телескопической конструкции. Состоит из трех труб длиной 6,5 м разного диаметра, вставленных одна в другую и закрепленных с помощью шпилек. Нижняя труба вкопана в землю на глубину 1,5 м. Для придания большей прочности установлены два яруса растяжек, по три растяжки в ярусе.

Вертикальная часть вибратора закреплена через орешковые изоляторы и деревянные планки на расстоянии 0,5 м от мачты. В точке подключения кабеля питания на мачте установлена герметичная пластмассовая распределительная коробка, в которую через штатные резиновые уплотнители с предварительно просверленными отверстиями заведены концы излучателя и противовесов. Внутри коробки установлены компенсационный КПЕ емкостью 350 пФ и симметрирующий трансформатор, также выполняющий функцию дросселя для снижения помех телевидению (8 витков кабеля питания намотаны на П-образном ферритовом магнитопроводе марки 3000НМ от строчного трансформатора лампового телевизора). Питание антенны осуществляется коаксиальным 50-омным кабелем длиной 14 м. Поскольку антенна в "целом" не симметричная, то желательно кабель питания расположить параллельно одному из противовесов и на вводе в радиорубку развязать его вторым таким же трансформатором, чтобы ослабить влияние на ДН антенны.

Система заземления антенны состоит из двух частей — радиотехнической и электрической (глубинной). Радиотехническое заземление составляют восемь алюминиевых одножильных проводов сечением 2,5 мм^2 в изоляции и длиной 10 м, расположенных произвольно в разных направлениях от радиорубки в соответствии с топографией участка. Расстояние между проводами должно быть не менее 4 м (0,04 λ). В данном случае для волны 80 м сеть будет обладать свойствами земли. Проводники уложены прямо на землю, а в местах пешеходных проходов углублены на 5...10 см.

Электрическое заземление представляет собой семь стальных труб диаметром 0,5 дюйма и длиной 1—1,5 м, вкопанных в землю на такую глубину, чтобы на выступающем конце можно было установить контактный хомут. Расстояние между отдельными трубами — 1...1,5 м. Все они соединены между собой медным проводом.

Обе системы заземления соединены между собой с помощью электрической колодки и заведены в радиорубку, где соединены непосредственно с корпусом радиостанции. Хочется обратить особое внимание на то, что обе системы заземления не соединяются вне помещения ни с мачтой, ни с элементами антенны.

Согласование активного вибратора с трансивером (см. рис. 3) осуществляется по схеме — "четвертьволновой отрезок коаксиальной линии — Г-образное LC-звено" [4]. В данном случае кабель питания является и четвертьволновым трансформатором сопротивления, а согласующее LC-звено находится в помещении радиорубки, перед КСВ метром. С учетом коэффициента укорочения его длина выбрана 14 м. Если такой длины недостаточно, то необходимо выбирать длину, кратную нечетному числу четвертей волны, т. е. 42 м, 70 м. и т. д. Все неточности длины, диаметра кабеля, неоднородность диэлектрика и другие отклонения, оказывающие влияние на согласование, компенсирует Г-образное согласующее устройство на сосредоточенных LC-элементах.

Настройку и согласование активного элемента антенны проводят в следующем порядке. Включить трансивер в режиме "прием". Выбрать середину нужного участка диапазона с учетом полосы пропускания вибратора, которая примерно равна 200 кГц по уровню КСВ 1,5. Вращая компенсационный конденсатор вибратора, добиться максимального уровня шума эфира. Определить емкость КПЕ и заменить его на постоянный, рассчитанный на напряжение не менее 1000 В и реактивную мощность 3 кВАр. Перевести трансивер в режим "передача" и настроить его на максимальную мощность. Измерить КСВ, и в случае отклонения от единицы добиться его снижения подстройкой КПЕ С4 согласующего устройства. Если КСВ = 1 получить не удается, подключаем катушку индуктивности и повторяем регулировку С4.

Если с помощью согласующего устройства добиться КСВ = 1 не удается, корректируем емкость компенсационного конденсатора С3, расположенного в коробке на мачте.

Настройка пассивных элементов имеет цель получить максимальное отношение F/B (вперед—назад). Следует сразу отметить, что полоса пропускания данной системы (рефлектор—вибратор—директор) в целом значительно уже полосы собственно вибратора и составляет по уровню КСВ 1,2 около 100 кГц, что необходимо учитывать при выборе участка диапазона антенны.

Способ настройки пассивного элемента может показаться оригинальным, но тем не менее опыт показал, что он достаточно точен (**рис. 6**).

Трансивер включен на прием и согласован с вибратором антенны. Для настройки пассивных элементов необходимо иметь или собрать маломощный генератор-маяк, желательно с кварцевой стабилизацией частоты на 80...100 кГц ниже частоты настройки антенны в целом. К выходу генератора присоединяют 0,5 м жесткого провода, который будет служить элементом емкостной связи с настраиваемым элементом антенны. Если антенна будет работать в участке 3500...3600 кГц, то рефлектор настраивают на частоту 3400...3420 кГц. Включенный маяк располагают на расстоянии одного метра от конца горизонтальной части настра-

Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

иваемого элемента и включают элемент в режим "рефлектора". Вращая ручку настройки КПЕ элемента, добиваются максимальной громкости сигнала от маяка. Настройка довольно острая, и уровень сигнала меняется примерно на 20 дБ. Емкость КПЕ должна быть около 500 пФ. Трансивер при этом настроен на частоту маяка. Вместо головных телефонов подключен выведенный на улицу громкоговоритель.

Настроив таким образом элемент, не выключая маяка, проверяем качество настройки переключением его в режим "директор", т. е. переключаем диаграмму направленности антенны.

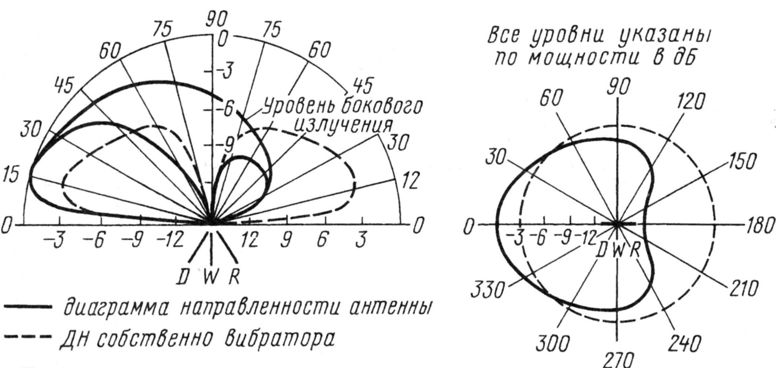


Рис. 7

При переключении пассивного элемента из одного режима в другой сигнал маяка должен снижаться не менее чем на 20 дБ. Если этого не происходит или сигнал падает только на 6 дБ, значит, рядом с маяком и проводником пассивного элемента находится достаточно протяженный металлический предмет (водосток, трубопровод, сетка-рабица и т. п.). Для точной настройки необходимо либо перенести конец элемента в сторону (на 2...3 м от металлического предмета), либо переместить сам маяк и повторить процедуру настройки. Если выполнить все эти действия, то элемент сразу начинает работать в качестве "рефлектора" в выбранном участке диапазона. Не следует обращать особое внимание на изменение шумовой "картинки" эфира при переключении диаграммы направленности, так как максимум шумов эфира может находиться в любом направлении от антенны. Два летних месяца ежедневных наблюдений показали, что в Волгограде уровень шумов с запада выше, чем с востока на 6...15 дБ, и выравнивание происходит после 12.00 МСК до 21...22.00. Возможно, это связано не только с деятельностью человека, но и со временем года.

При прослушивании эфира необходимо ориентироваться на радиостанции, находящиеся в заведомо известном направлении от вас.

Этапы настройки противоположного элемента такие же, с той лишь разницей, что теперь маяк переносится к горизонтальной части этого элемента и он включается в режим "рефлектор".

Окончательную подстройку отношения F/B производят следующим образом. Выбираем сигнал станции, находящейся на оси ДН антенны, например, на западе. ДН переключают так, чтобы сигнал принимал задний лепесток, т. е. выбранная станция находилась за рефлектором. Затем, вращая КПЕ настройки пассивного элемента, добиваемся минимального уровня сигнала этой станции. Контроль ведется по S-метру или на слух. Затем переключить ДН антенны так, чтобы максимум был направлен на выбранную станцию. Сигнал становится громче. Отношение F/B замеряется по изменению уровня сигнала в прямом и обратном направлениях. Здесь надо помнить, что замеряется отношение напряжений, а не мощностей.

После такой настройки отношение "вперед—назад" колеблется от 0 дБ при больших углах излучения до 10...12 дБ при углах излучения 8...30°.

Физическая суть метода настройки заключается в том, что для работы элемента в качестве "рефлектора" необходим определенный сдвиг фаз токов в рефлекторе и вибраторе, при расстоянии 1/8 λ, тогда система обладает однонаправленной или точнее "кардиоидной" диаграммой. КПЕ укорачивает заведомо длинный пассивный элемент до такой степени, чтобы получить необходимые фазовые отношения.

Используемая схема подстройки пассивных элементов дает возможность легко их настроить практически при любом расстоянии между активным и пассивными элементами, в пределах от 0,3 до 0,05 λ. А также при общей длине элементов, изменяющейся от 0,5 до 0,7 λ. Но качественные показатели на краях данного интервала будут сильно меняться.

Настройка пассивного элемента в режиме "директор" на прием, к сожалению, никакого эффекта не дала, поэтому можно только догадываться о том, что директор, укороченный на 20 % относительно геометрической длины рефлектора, все же фокусирует энергию в главном направлении излучения или, что тоже возможно, снижает уровень бокового излучения антенны.

То, что директор не вносит свои 3 дБ в усиление антенны, скорее всего, происходит потому, что для излучения используется только половина Yagi, а также, что вся система находится близко над землей.

Возможно и то, что в данной антенне рефлектор всегда наклонен в сторону направления излучения и его собственная диаграмма прижата к земле, а диаграмма директора, наоборот, всегда смотрит вверх, т. е. выше диаграммы системы вибратор—рефлектор. Снятие ДН обычным способом с помощью индикатора поля не проводилось. Также необходимо отметить тот факт, что при работе на передачу переключение направления может вызвать небольшое изменение КСВ, от 1,0 до 1,2. Это явление можно скорректировать небольшим изменением расстояния от вибратора до соответствующего рефлектора.

Технические характеристики антенны

Усиление антенны относительно полуволнового диполя, дБ 0
Отношение F/B, дБ . . . . .10...12
Входное сопротивление антенны, Ом 40
Отношение вперед—вбок, дБ . . . . .–4
Вертикальный угол максимального излучения . . . . .15°
Диапазон углов излучения в вертикальной плоскости в главном направлении .8...40°
Полоса пропускания антенны, кГц 100
КСВ в полосе пропускания с согласующим устройством, не хуже 1,5

Входное сопротивление антенны, полоса пропускания и КСВ антенны были измерены, а остальные характеристики — оценки.

Потери усиления антенны по сравнению с полноценной трехэлементной Yagi обусловлены тем, что концы пассивных элементов сведены в одну точку к активному вибратору, а сам вибратор геометрически укорочен емкостной нагрузкой. Эти потери можно оценить в 3...4 дБ. Еще 3 дБ теряются за счет уменьшения апертуры, так как для излучения используются только вертикальные части, т. е. половины элементов. Таким образом, суммарные потери составляют 6...7 дБ. На такую же примерно величину снижается и отношение F/B. Учитывая вышеизложенное, ДН антенны имеет вид, представленный на **рис. 7**. Коэффициент усиления системы относительно собственно вибратора можно оценить как 2...3 дБ. Данные антенны не моделировались на программе MMANA, а построены исключительно на основании многочисленных оценок корреспондентов и теоретических возможностей активного и пассивного элементов.

Испытания антенны проводились практически ежедневно в течение двух месяцев. Опробовались различные способы настройки рефлекторов (шлейфы различной конфигурации, роликовый вариометр индуктивностью 20 мГн). Но наилучший результат дала настройка конденсаторами.

В процессе испытаний было проведено большое количество связей с азиатскими и европейскими корреспон-

дентами. В результате было выявлены следующие особенности антенны:

— на расстояниях до 600 км отношение F/B многими операторами не замечалось, более того, при больших углах (более 50°) наблюдалось явление "перевертыша", т. е. сигналы станций проходили громче примерно на 1 балл через задний лепесток ДН, чем в прямом направлении. Исходя из диаграммы, представленной на рис. 7, видно, что данное явление не противоречит логике;

— на расстоянии 1000...1500 км стабильно отношение вперед—назад отмечалось в пределах 6...10 дБ, в основном станциями EW ,UA9C;

— на расстоянии 2000...2500 км стабильно отмечалась разница в 10 дБ такими операторами, как OM3JA, OK2BLR, а LY2KN давал разницу по S-метру до 12 дБ;

— сигналы VE1ZJ доходили до 599, и он дал оценку отношения F/B больше, чем 6 дБ.

На прием антенна вела себя так же, с той лишь разницей, что на близких расстояниях всегда наблюдается отношение F/B 4...6 дБ. Например, в утренние часы французские станции были слышны не хуже 589, с F/B отношением 10...12 дБ.

Японские станции слышны на уровне 57—58, а JA4DEN "проходил" на уровне станций из Восточной Европы до 599 с включенным CW-фильтром с полосой 200 Гц. В тот же день отмечалось, что при переключении ДН с запада на восток шум эфира снижался почти на 20 дБ и было слышно довольно много японских операторов.

Надо отметить еще, что наибольший выигрыш отмечали станции, которые использовали антенны с вертикальной поляризацией.

Не стоит смущаться усилением в 0 дБ относительно полуволнового диполя. Анализ материалов, посвященных многим популярным антеннам на этом диапазоне при вертикальных углах излучения меньше 15°, дает плачевные результаты. К достоинствам системы "полуспайдер" можно отнести то, что пассивные элементы можно установить и на уже работающий GP.

В заключение хочу поблагодарить всех, кто помогал мне настроить антенну, и надеюсь, что описание данной конструкции будет полезно особенно тем радиолюбителям, которые не имеют возможности установить более эффективные антенны на необходимой высоте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трехдиапазонная направленная антенна "Спайдер". — Радио, 2003, № 9, с. 64—67.

2. **Гончаренко И.** Несимметричный вертикальный вибратор. — Радио, 2004, № 8, с. 67—70.

3. **Беньковский З., Липинский Э.** Любительские антенны коротких и ультракоротких волн: Пер. с польск. — М.: Радио и связь, 1983.

4. **Гончаренко И.** Широкополосное согласование. — Радио, 2003, № 7, с. 64, 65, 70.

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев

Валкодер из "мыши"

Дмитрий ТЕЛЕШ, г. Минск, Белоруссия

Описание конструкции компьютерной "мыши" и одного из вариантов изготовления из нее валкодера были опубликованы в статье "Валкодер из "мыши" ("Радио", 2002 г., № 9, с. 64). "Мыши" с такой конструкцией датчика у нас встречаются редко. В моей конструкции валкодера использованы датчик более распространенной "мыши" "Genius" и переменный резистор СП3-4.

С переменного резистора надо снять металлическую крышку, затем вынуть вал и демонтировать с него бегунок. Текстолитовые шайбы, находящиеся на валу, нам еще пригодятся, а бегунок нет. После этого зачистим кончик вала (на котором сидел бегунок) надфилем и вставим вал обратно в корпус. Далее надо надеть на вал текстолитовые шайбы и припаять к нему две П-образные скобы из медной проволоки диаметром 1 мм так, чтобы получилось "гнездо" для вала датчика. Вал переменного резистора должен иметь ход вдоль собственной оси не более 0,5 мм.

Теперь подготовим датчик. В большинстве "мышей" используются один светодиод и сдвоенный фототранзистор на каждую координату. Выпилим часть платы со светодиодом и сдвоенным фототранзистором и с помощью скоб из луженого медного провода диаметром 0,8...1 мм прикрепим пайкой печатную плату к корпусу переменного резистора. Вал датчика вынем из торцевых подшипников, укоротим длинную часть до размера выпиленной платы и вставим в "гнездо" из П-образных скоб на валу переменного резистора. Немного изгибая "гнездо", устраняем биения вала датчика и окончательно фиксируем их взаимное положение клеем.

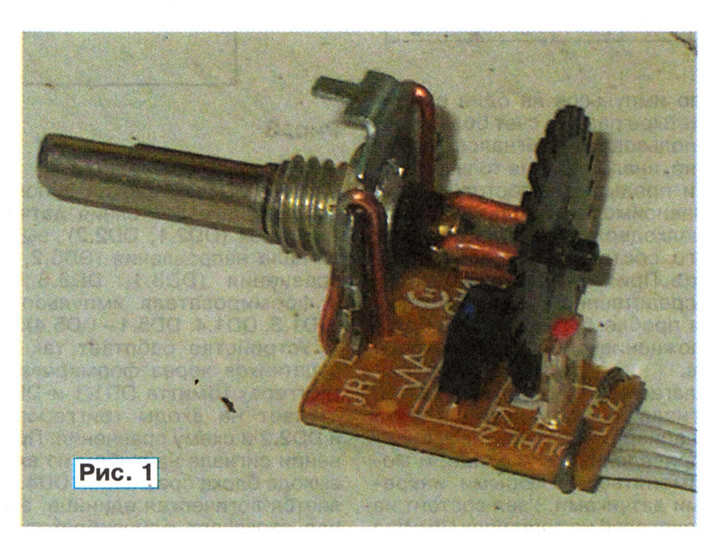


Рис. 1

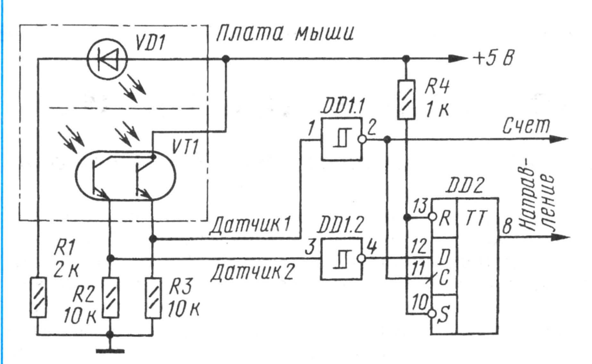


Рис. 2

После этого остается только припаять к выводам светодиода и сдвоенного фототранзистора провода. Определить назначение выводов можно либо по плате, либо воспользовавшись методикой из статьи, ссылка на которую приведена выше. Общий вид получившегося валкодера приведен на **рис. 1**.

Хотелось бы также обратить внимание на узел выделения сигнала направления вращения, описанный в указанной выше статье и упрощенно изображенный на **рис. 2**. Он обладает одним достоинством — простотой. Недостаток становится понятен, если рассмотреть влияние "дребезга" сигнала от датчика 1. При "дребезге" сигнал направления остается неизменным, а импульсы "дребезга" беспрепятственно проходят на схему счета. Причин "дребезга" может быть несколько: вибрация датчика, смена направления вращения и др.

Устранить этот недостаток, а также увеличить чувствительность валкоде-

Текущее состояние		Предыдущее состояние		Счет
Датчик 1	Датчик 2	Датчик 1	Датчик 2	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	+1
0	0	1	0	–1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	–1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	+1
1	0	0	0	+1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	–1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	–1
1	1	1	0	+1
1	1	1	1	0

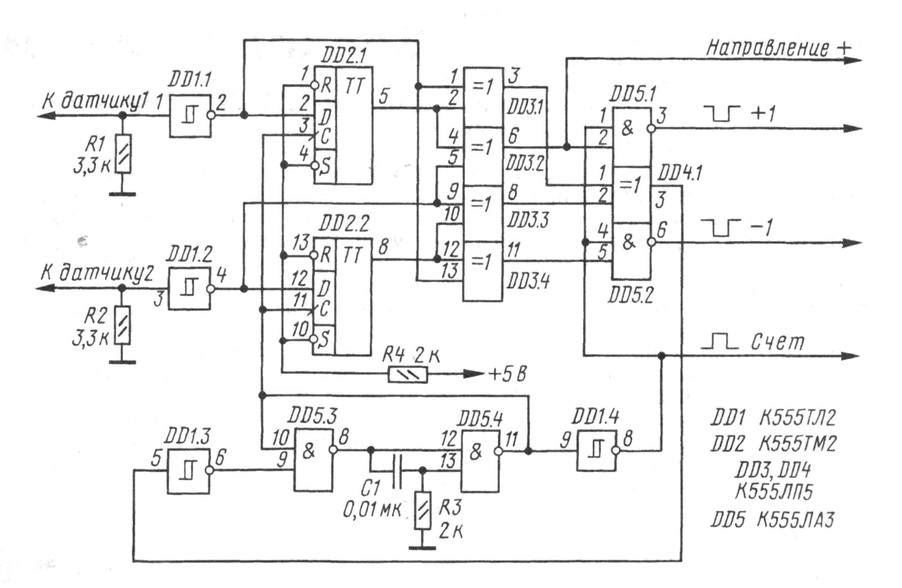


Рис. 3

ра (число импульсов на один оборот вала) в четыре раза за счет более полного использования сигналов датчиков можно, анализируя не только текущее, но и предыдущее состояние датчиков. Зависимость направления вращения валкодера от текущего и предыдущего состояний датчиков дана в **таблице**. При подключении валкодера непосредственно к микроконтроллеру эта проблема решается небольшим усложнением программы опроса датчиков.

Предлагаемый мной узел выделения сигнала и направления счета (**рис. 3**) аппаратно реализует зависимость, приведенную в таблице, и может применяться с любыми инкрементными датчиками. Узел состоит из формирователей на триггерах Шмитта (DD1.1, DD1.2), блоков запоминания предыдущего состояния датчиков на триггерах (DD2.1, DD2.2), выделения сигнала направления (DD3.2, DD3.4), сравнения (DD3.1, DD3.3, DD4.1) и формирователя импульсов счета (DD1.3, DD1.4, DD5.1—DD5.4).

Устройство работает так. Сигнал с датчиков через формирователи на триггерах Шмитта DD1.1 и DD1.2 поступает на входы триггеров DD2.1 и DD2.2 и схему сравнения. При изменении сигнала на любом из входов на выходе блока сравнения (DD4.1) появляется логическая единица, этот сигнал запускает одновибратор (DD5.3, DD5.4) формирователя импульса счета. Длительность импульса счета определяется номиналами резистора R3 и конденсатора C1 и должна быть меньше четверти минимальной продолжительности входного импульса: $t = 1/(8 \cdot F_{max} \cdot n)$, где F_{max} — максимальная частота вращения вала датчика, $с^{-1}$; n — число прорезей в диске датчика. По окончанию импульса счета происходит запись новых значений в триггеры DD2.1 и DD2.2, затем рабочий цикл повторяется.

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Электропроводное покрытие

Виталий Кляровский (RA1WT), г. Великие Луки Псковской обл.

Поверхность предметов из алюминия и его сплавов покрыта оксидной пленкой, которая создает дополнительное нелинейное сопротивление между соединяемыми узлами и ухудшает их электрический контакт. Плохой контакт между деталями шасси, через которые проходит ток П-контура, уменьшает его добротность и КПД, а также приводит к увеличению уровня гармоник. Это же явление в деталях антенны способствует появлению гармоник, которые уже невозможно уменьшить.

Для устранения указанного недостатка применяют электропроводные покрытия, которые наносят методом анодирования. Но при любом электрохимическом покрытии происходит увеличение шероховатости деталей, так как на поверхности неровностей осаждается более толстый слой, а во впадинах между неровностями — более тонкий. Поэтому очень важно перед анодированием обеспечить минимальную шероховатость поверхности, отсутствие царапин и вмятин. Для достижения этого детали полируют до зеркального блеска и обезжиривают растворителем. Затем желательно обработать детали раствором едкого натра при концентрации 30...60 г/л в течение 5...10 мин. Лучшие результаты и наименьшая трудоемкость обеспечиваются при подготовке поверхностей, которые не получили повреждений после заводской прокатки.

После подготовки детали промывают в воде и опускают в 15...20-процентный раствор серной кислоты при температуре 20 °С. Чтобы не тратить время на самостоятельное приготовление этого раствора, можно использовать готовый электролит для автомобильных аккумуляторов с плотностью 1,27 г/см^3, который продается в автомагазинах. При такой плотности концентрация серной кислоты соответствует требуемой.

В качестве ванны можно использовать стеклянную, пластмассовую или эмалированную емкость. Также удобно применять обрезанные пластмассовые канистры из-под электролита или нефтепродуктов.

К обрабатываемой детали, которую подвешивают на алюминиевом кронштейне, подводят положительное напряжение 10...20 В от источника с плавной регулировкой выходного напряжения. Отрицательное напряжение подводят к электроду, выполненному в виде свинцовой пластины. Провода, которые находятся в ванне, должны быть алюминиевыми. Необходимо обеспечить максимально плотный их контакт с электродами.

Значение тока зависит от площади детали и плотности тока, которая рекомендуется для алюминиевых деталей — 0,2...0,3 А/дм^3, для дюралюминиевых — 1...2 А/дм^3.

Анодировать можно детали с шероховатой поверхностью, например, после их обработки металлической щеткой. Электропроводные свойства покрытия не изменятся. Но внешний вид детали буде хуже, так как все шероховатости и неровности станут более заметны.

Редактор — С. Некрасов



Окончание.
Начало см. на с. 62

лей, имеющих индивидуальные позывные. Стоимость диплома для российских радиолюбителей — 50 руб., для радиолюбителей других стран СНГ — эквивалент 2 USD, для всех остальных — 3 USD.

Заявку и оплату диплома направляют по адресу: **652880, Россия, Кемеровская область, г. Междуреченск-10, аб. ящ. 20, Кожемякину Виталию Васильевичу.**

Список членов Междуреченского городского радиоклуба по состоянию на 01.01.2006 г.: коллективные радиостанции — RA9UWT, RU9UWU; индивидуальные радиостанции — RA9UAE, RA9UBP, RA9UIW, RA9UP, RA9UPK, RA9UQS, RA9ULT, RV9UAF, RV9UBF, RV9UBH, RV9UO, RV9USB, RW9UAS, RW9UBG, RW9UDG, RX9ULM, UA9UAE, UA9UFT, UA9UIC, UA9UKI, UA9UPK, UA9URN, UA9URO, UA9UUG, UA9UUO.

"Нургуш". Этот диплом учрежден клубом "Вятский Робинзон" и администрацией Государственного природного заповедника "Нургуш". Для его получения необходимо провести 10 радиосвязей (наблюдений) с радиолюбителями Кировской области, использующими позывной сигнал с идентификатором

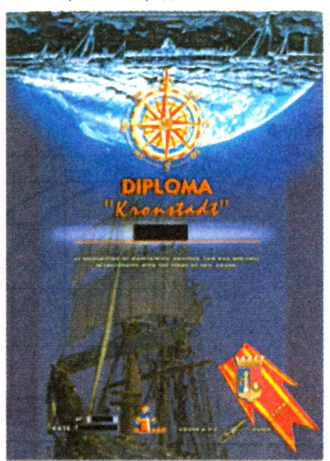


/P, /M, /MM. Каждая связь с радиоэкспедицией в заповедник "Нургуш" дает 5 очков.

Повторные QSO разрешены на разных диапазонах, а на одном диапазоне — разными видами излучения. Также разрешены повторные радиосвязи с одной и той же радиостанцией (позывным сигналом) в разные календарные даты или в одну дату при изменении RFF/RDA номера экспедиции.

Заявки в виде выписки из аппаратного журнала и оплату диплома (60 руб. или 2 IRC) направляют по адресу: **610011, Россия, г. Киров, аб. ящ. 470, Цируль Олегу Владимировичу**. Электронную заявку можно отправить по e-mail: <**ra4naj@ptlan.com**>.

"Кронштадт". Для получения этого диплома необходимо провести 5 радиосвязей с радиолюбителями г. Кронштадта Ленинградской области или 1 QSO с мемориальной радиостанцией R1ASP.



Стоимость диплома — эквивалент 1 USD. Заявку и оплату высылают по адресу: **197760, Россия, г. Кронштадт, аб. ящ. 300, Лысенко Владимиру Викторовичу (RA1AD)**.

РЕТРО

СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

Согласующие устройства на ферритовых магнитопроводах

Вопросы согласования входного сопротивления антенны с волновым сопротивлением фидера, а также симметрирование антенн для радиолюбителей всегда были и остаются актуальными. В последние годы особый интерес проявляется к трансформирующим и согласующим устройствам на ферритовых кольцах. Это связано с тем, что такие устройства могут быть малогабаритными, иметь высокий (до 98 %) КПД. Кроме того, в них не проявляются резонансные свойства при перекрытии частотного интервала в несколько октав (например, от 1 до 30 МГц) что особенно удобно, когда используются многодиапазонные антенны («квадраты», «INVERTED V» [1, 2], 3-элементный трехдиапазонный «волновой канал» [3] и т. д.).

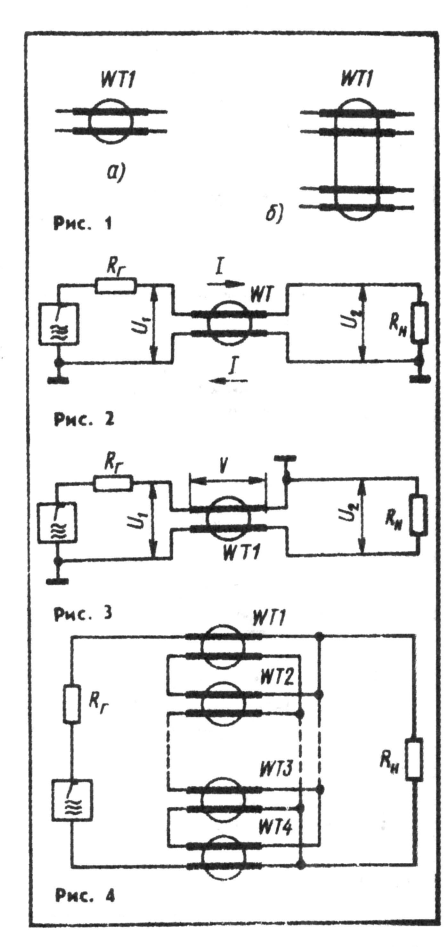
В таких широкополосных трансформаторах обмотки выполняют в виде двухпроводных длинных линий передачи (на основе коаксиального кабеля или однородных), намотанных на ферритовое кольцо. Такое выполнение обмоток позволяет практически устранить индуктивность рассеивания и уменьшить индуктивность выводов.

Условное обозначение трансформатора на длинных линиях (ТДЛ), принятое в статье, с одной обмоткой из двухпроводной линии приведено на рис. 1, а, с несколькими (в данном случае с двумя) — на рис. 1,б.

На рис. 2 показано включение ТДЛ с коэффициентом трансформации n=1.

Трансформатор состоит из обмотки в виде однородной длинной линии, намотанной на кольцевой ферритовый магнитопровод. Ее электрическая длина $\beta = 2\pi l/\lambda$, где l — геометрическая длина линии, λ — длина волны. Так как при распространении высокочастотной волны токи, протекающие по проводникам линии, равны по значению и противоположны по направлению, то магнитопровод не намагничивается, а это значит, что мощность в феррите практически не теряется. При согласовании волнового сопротивления линии ϱ с сопротивлениями источника $R_г$ и нагрузки $R_н$ ТДЛ теоретически не имеет нижней и верхней граничных частот. На практике же максимальная рабочая частота ограничивается из-за индуктивности выводов и излучения линии.

Следует обратить внимание на особенность ТДЛ, которая заключается в наличии двух видов напряжений: противофазного U, действующего между проводниками линии и определяемого мощностью сигнала, и синфазного (или продольного) V, обусловленного асим-



1987, № 6, с. 26

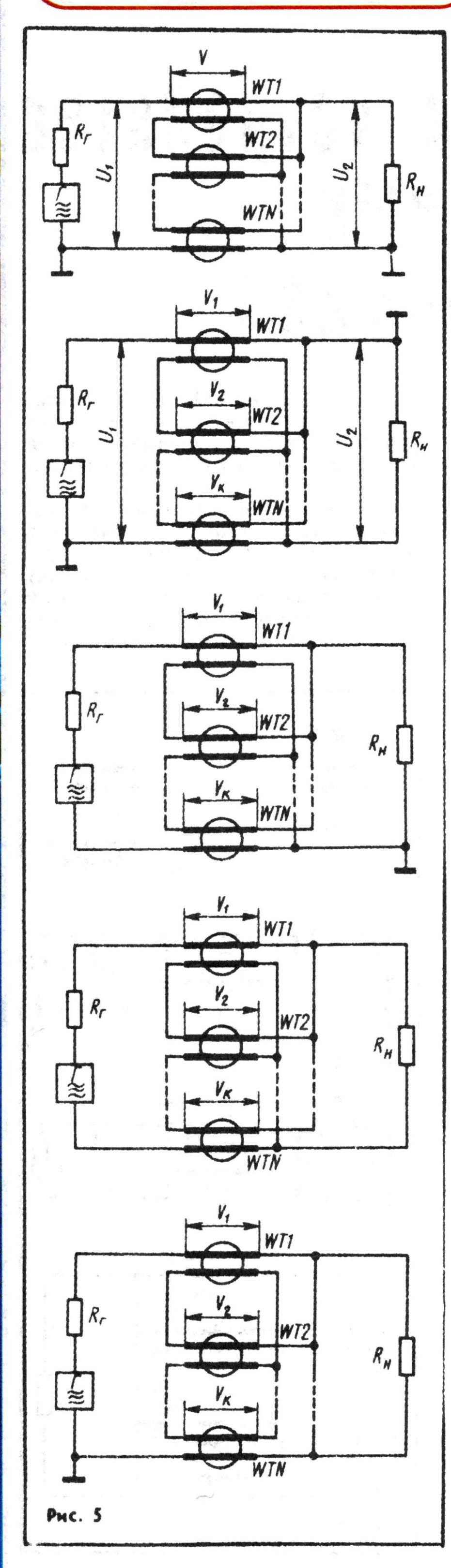


Рис. 5

метрией нагрузки и зависящего от варианта включения трансформатора.

Как образуется синфазное напряжение, действующее между генератором и нагрузкой, т. е. на индуктивности линии $L_л$, хорошо видно из рис. 3.

Очевидно, что проводники длинной линии шунтируют нагрузку и генератор, если по ним протекают синфазные токи. Введение магнитопровода резко увеличивает индуктивность обмотки, тем самым повышает сопротивление синфазному току и резко уменьшает их шунтирующее действие. В тоже время на распространение волны магнитопровод не оказывает влияния, так как обеспечивается режим бегущей волны ($R_г=\varrho=R_н$).

Существует несколько способов построения ТДЛ с целочисленным коэффициентом трансформации n. Можно, например, придерживаться следующего правила. Обмотки (их должно быть n) выполняют из равных по электрической длине отрезков двухпроводных линий. Каждую обмотку размещают на отдельном кольцевом магнитопроводе одного типа. Входы линий с повышающей стороны соединяют последовательно, с понижающей — параллельно.

В общем виде схема включения ТДЛ с целочисленным коэффициентом трансформации n показана на рис. 4. Здесь справедливы соотношения $R_г=n^2R_н$, $U_1=nU_2$, $\varrho=nR_н$.

На рис. 5 изображены различные варианты включения ТДЛ.

Можно построить ТДЛ и на одном магнитопроводе, но при этом обязательно соблюдают следующие требования. Во-первых, число витков каждой линии должно быть пропорционально значению синфазного напряжения, действующего между концами этой линии, поскольку обмотки связаны общим магнитным потоком. Во-вторых, геометрические длины всех линий обязательно должны быть одинаковыми. В зависимости от варианта включения ТДЛ может даже случиться, что некоторые линии частично или полностью должны быть размещены не на магнитопроводе.

Чтобы определить число витков в обмотках, необходимо вычислить значения синфазных напряжений $V_к$ на каждой линии.

В ТДЛ с несимметричными входом и выходом (тип НН, рис. 5, а)

$$V_к=(n-к)U_н;$$

в инвертирующем (тип НН, рис. 5, б)

$$V_к=(n-к+1)U_н;$$

с симметричным входом и несимметричным выходом (тип СН, рис. 5, в)

$$V_к=(n/2-к)U_н;$$

с несимметричным входом и симметричным выходом (тип НС, рис. 5, г)

$$V_к=(n+1/2-к)U_н;$$

с симметричными входом и выходом (тип СС, рис. 5, д)

$$V_к=(n/2+1/2-к)U_н.$$

В формулах n — коэффициент трансформации, к — порядковый номер линии, считая сверху, $U_н$ — напряжение на нагрузке.

Эти же формулы являются исходными, когда определяют отношение числа витков в обмотках, размещаемых на магнитопроводе. Если, например, ТДЛ с коэффициентом трансформации n=3 включают по схеме, изображенной на рис. 5, а, то $V_1:V_2:V_3=w_1:w_2:w_3=2:1:0$. Из этого следует, что верхнюю по рисунку линию размещают на магнитопроводе полностью (w_1), у второй — только половину витков ($w_2=w_1/2$), а третья целиком ($w_3=0$) должна находиться вне магнитопровода. Геометрическая длина всех линий одинакова.

При согласовании «волнового канала», имеющего входное сопротивление 18,5 Ом, с 75-омным коаксиальным кабелем с помощью ТДЛ (включен по схеме рис. 5, г) с коэффициентом трансформации 2 соотношение витков обмоток равно $w_1:w_2=(2+1/2-1):(2+1/2-2)=3:1$. Это означает, что на магнитопроводе верхняя по рисунку обмотка должна находиться целиком, а у второй — только ее третья часть.

Когда длина линий для обмоток много меньше длины рабочей волны, ТДЛ могут быть упрощены: линии, где синфазные напряжения равны нулю, заменяют перемычкой. В этом случае, например, трехобмоточный ТДЛ (рис. 5, д) преобразуется в двухобмоточный (рис. 6).

Коэффициент передачи ТДЛ зависит

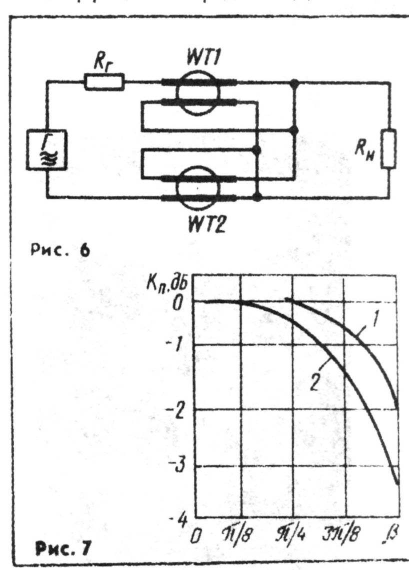


Рис. 6

Рис. 7

Рис. 8

Рис. 9

Рис. 10

Рис. 12

Рис. 13

Рис. 14

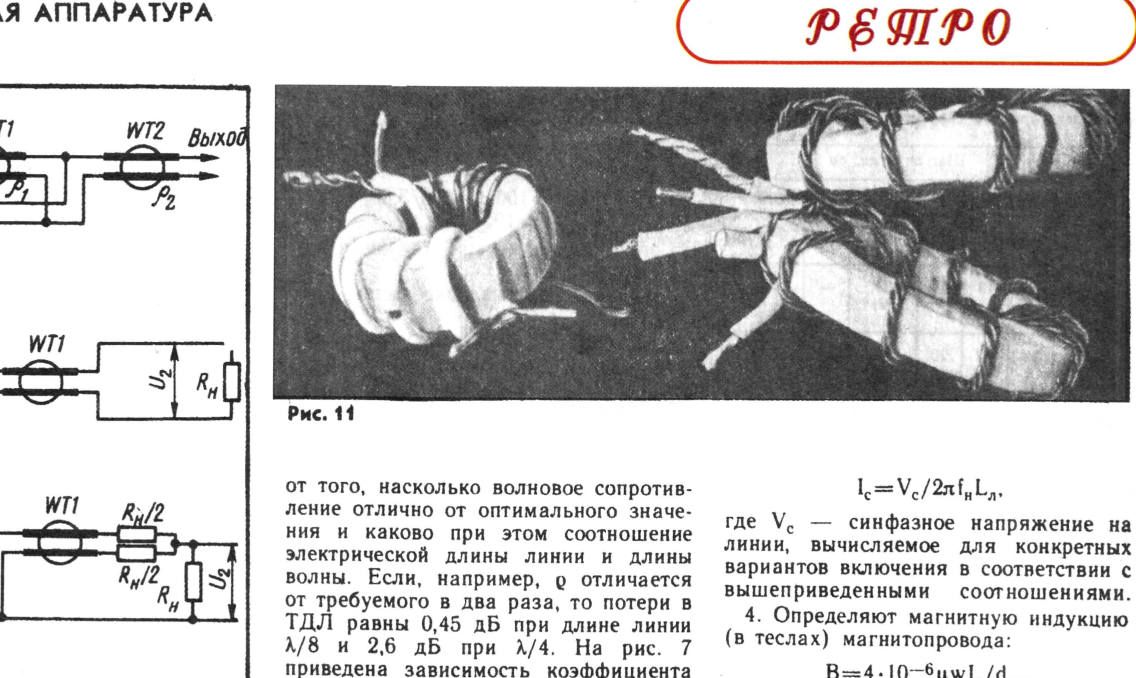


Рис. 11

от того, насколько волновое сопротивление отлично от оптимального значения и каково при этом соотношение электрической длины линии и длины волны. Если, например, ϱ отличается от требуемого в два раза, то потери в ТДЛ равны 0,45 дБ при длине линии λ/8 и 2,6 дБ при λ/4. На рис. 7 приведена зависимость коэффициента передачи ТДЛ с n=2 от фазовой длины его линий для трех значений ϱ.

Расчет, приведенный в [4], показывает, что, если используются линии с оптимальными значениями ϱ, коэффициент стоячей волны в ТДЛ не превышает 1,03 при длине линии λ/16 и 1,2 при длине λ/8. Отсюда можно сделать вывод, что параметры ТДЛ остаются удовлетворительными при длине двухпроводных линий меньше λ/8.

Исходными данными при расчете ТДЛ являются коэффициент трансформации n, вариант включения ТДЛ, нижняя и верхняя границы рабочего диапазона частот (в герцах), максимальная мощность P_{max} на нагрузке (в ваттах), сопротивление нагрузки $R_н$ (в омах) и волновое сопротивление фидера ϱ (в омах). Расчет ведут в такой последовательности.

1. Определяют минимальную индуктивность проводника линии $L_л$ (в генри) из условия, что

$$L_л \gg R_г/2f_н.$$

На практике $L_л$ можно брать в 5...10 раз больше вычисленного отношения $R_г$ к $2f_н$.

2. Находят число витков w линии на кольце магнитопровода:

$$w=\sqrt{250L_л d_{ср}/\mu S},$$

где $d_{ср}$ — средний диаметр кольца (в см),

S — площадь поперечного сечения магнитопровода (в см²),

μ — относительная магнитная проницаемость магнитопровода.

3. Рассчитывают синфазный ток I_c (в амперах), протекающий по обмотке ТДЛ, на низшей рабочей частоте:

$$I_c=V_c/2\pi f_н L_л,$$

где V_c — синфазное напряжение на линии, вычисляемое для конкретных вариантов включения в соответствии с вышеприведенными соотношениями.

4. Определяют магнитную индукцию (в теслах) магнитопровода:

$$B=4\cdot 10^{-6}\mu w I_c/d_{ср}.$$

Магнитопровод выбирают с учетом, чтобы он не насыщался синфазным током (или постоянным, если он есть). Для этого магнитная индукция в магнитопроводе должна быть на порядок меньше индукции насыщения (берут из справочников).

5. Находят пиковое напряжение $U_{пик}$ в линии:

$$U_{пик}=\sqrt{2P_{max}\varrho\gamma},$$

где γ — КСВ в фидере.

6. Вычисляют эффективное значение тока $I_{эфф}$ (в амперах):

$$I_{эфф}=\sqrt{2P_{max}\gamma/\varrho}.$$

7. Определяют диаметр d проводов (в миллиметрах) длинной линии:

$$d=1{,}13\sqrt{I_{эфф}/J},$$

где J — допустимая плотность тока (в амперах на миллиметр квадратный).

Для ТДЛ антенных согласующих устройств подходят кольцевые (типоразмерами К55×32×9, К65×40×9) магнитопроводы из ферритов 300ВНС, 200ВНС, 90ВНС, 50ВНС, а также 400НН, 200НН, 100НН. При необходимости магнитопровод может быть составлен из нескольких колец. Нужное волновое сопротивление длинной линии получают, равномерно скручивая между собой (с определенным шагом) проводники (см. таблицу). В случае крестообразного соединения проводов ϱ оказывается ниже, чем когда соединены между собой соседние проводники. Волновое сопротивление линии из нескрученных проводов диаметром 1,5 мм равнялось 86 Ом.

Чтобы улучшить параметры (в частности коэффициент асимметрии) и од-

Волновое сопротивление длинной линии в зависимости от шага скрутки и вида соединений

Вид линии	Шаг скрутки, см					
	4	3	2	1	0,67	0,25
o o	70	60	56	44	36	—
II	45	43	40	33 (32)*	—	—
X	23	22	20	18 (19)*	—	10**

*При диаметре проводов 1 мм. **При диаметре проводов 0,33 мм.

новременно упростить конструкцию согласующе-трансформирующего узла, применяют последовательное соединение нескольких ТДЛ различного типа.

Для примера по приведенной методике рассчитаем составной ТДЛ с n=2. Он должен согласовать входное сопротивление 12,5 Ом симметричной антенны с коаксиальным кабелем РК-50. Нижняя рабочая частота — 14 МГц. Мощность не превышает 200 Вт. Для ТДЛ предполагается использовать магнитопроводы типоразмером К45×28×8 ($d_{ср}$=3,65 см, S =0,7 см²) из феррита 100НН (его удельная индукция насыщения — 0,44 $Т_л$/см² [5]).

Пусть первая ступень с коэффициентом трансформации n=2 составного ТДЛ (рис. 8) будет включена по схеме рис. 5, а, а вторая (с n=1) — по схеме рис. 5, г.

Рассчитываем первый ТДЛ.

1. Находим $L_л$:

$$L_л \gg 50/2\cdot14\cdot10^6 \approx 1{,}78 \text{ мкГн}.$$

Примем $L_л$ равной 13,5 мкГн.

2. Вычисляем число витков обмотки:

$$w=\sqrt{250\cdot13{,}5\cdot3{,}65/100\cdot0{,}68} \approx$$
$$\approx 13 \text{ витков}.$$

Такое число витков двойного толстого провода с трудом можно разместить в окне магнитопровода. Поэтому целесообразно использовать два кольца. В этом случае магнитопровод будет иметь размеры К45×28×16 (S =1,4 см²). Новое число w:

$$w=\sqrt{250\cdot13{,}5\cdot3{,}65/100\cdot1{,}4} \approx 9 \text{ витков}.$$

3. Определяем пиковое напряжение на нагрузке:

$$U_н=\sqrt{2\cdot200\cdot12{,}5} \approx 71 \text{ В}.$$

4. Находим синфазное напряжение на обмотках в соответствии со схемой включения (рис. 5, а):

$$V_1=(2-1)71=71 \text{ В}.$$

Поскольку синфазное напряжение на второй обмотке равно 0, то эта обмотка заменяется перемычками (рис. 6).

5. Синфазный ток равен:

$$I_c=71/2\cdot3{,}14\cdot14\cdot10^6\cdot13{,}5\cdot10^{-6} \approx$$
$$\approx 0{,}06 \text{ А}.$$

6. Вычисляем магнитную индукцию в магнитопроводе:

$$B=4\cdot10^{-6}\cdot100\cdot9\cdot0{,}06/3{,}65=$$
$$=59\cdot10^{-6} \text{ Тл},$$

что значительно меньше индукции насыщения.

Волновое сопротивление линии ϱ_1= =50 Ом.

Во втором ТДЛ целесообразно применять такие же кольца, как и в первом. Тогда $L_л$=13,5 мкГн, w=9 витков.

7. Синфазное напряжение на обмотке

$$V=(2+1/2-1)71=106{,}5 \text{ В}.$$

8. Синфазный ток равен:

$$I_c=106{,}5/2\cdot3{,}14\cdot14\cdot10^6\cdot13{,}5\cdot10^{-6}=$$
$$=0{,}09 \text{ А}.$$

9. Магнитная индукция

$$B=100\cdot4\cdot10^{-6}\cdot9\cdot0{,}09/3{,}65=$$
$$=89\cdot10^{-6} \text{ Тл}.$$

И в данном случае она получается меньше индукции насыщения. Волновое сопротивление линии обмотки выбирают около 12 Ом.

Диаметр проводов для линий ТДЛ определяют так же, как и диаметр проводов для обмотки в обычных трансформаторах. Этот расчет здесь не приводится.

Внимательный читатель может заметить неточность в приведенном расчете (связана с применением составных ТДЛ). Она заключается в том, что индуктивность $L_л$ вычисляется без учета того, что обмотки ТДЛ первой и второй ступени соединены, т. е. с некоторым запасом. Так что на практике в ТДЛ каждой ступени можно уменьшить число витков в обмотках и применить ферритовые магнитопроводы меньших размеров.

Используя комбинации различных одиночных ТДЛ, можно получить широкую гамму ТДЛ с заданными характеристиками [4].

У изготовленных ТДЛ следует измерять КПД и коэффициент асимметрии [4]. Схема включения ТДЛ при определении первого параметра показана на рис. 9, второго — на рис. 10. Потери а (в децибелах) в трансформаторе рассчитывают по формуле: $a=20\times\lg(U_1/nU_2)$.

Автором было сделано несколько ТДЛ. Практические данные некоторых из них приводятся ниже. Внешний вид двух трансформаторов показан на рис. 11.

Симметрирующий ТДЛ (тип НС) с коэффициентом трансформации n=1, работающий в диапазоне частот 1,5... 30 МГц при выходной мощности до 200 Вт, для согласования фидера РК-50 с входным сопротивлением антенны 50 Ом можно изготовить на магнитопроводе 50ВНС типоразмером К65×40×9. Число витков обмоток линии (ϱ=50 Ом) — 9. Обмотки 1-1', 2-2' (рис. 12) мотают в 2 провода ПЭВ-2 1,4 бифилярно, без скруток. Чтобы обеспечить постоянство расстояния между проводами, на них надевают фторопластовую трубку. Обмотку 3-3' наматывают отдельно на свободной части кольца тем же проводом и той же длиной, что обмотки 1-1', 2-2'. КПД изготовленного ТДЛ был около 98 %, коэффициент асимметрии — более 300.

ТДЛ с коэффициентом трансформации n=2 (тип НС), рассчитанный на мощность до 200 Вт, согласующий 75-омное волновое сопротивление фидера с симметричным входом антенны, у которой входное сопротивление 18 Ом, можно изготовить на магнитопроводе 200НН (рис. 13) типоразмером К65×40×9. Обмотки должны содержать 9 витков линий из проводов ПЭВ-2 1,0. Изготовленный трансформатор имел КПД 97 %, коэффициент асимметрии на частоте 10 МГц — 20, на частоте 30 МГц — не менее 60.

На рис. 14 приведена схема включения составного ТДЛ (типа НС) с коэффициентом трансформации n=3, согласующего антенну, имеющую входное сопротивление 9 Ом, с 75-омным коаксиальным кабелем. ТДЛ, рассчитанный на работу в диапазоне 10...30 МГц при мощности до 200 Вт, выполняют на кольцах (типоразмер К32×20×6) из феррита 50ВНС. Магнитопроводы трансформаторов WT1 и WT2 составляют из двух колец, обмотки и катушка L1 должны содержать по 6 витков. Длинные линии и катушку выполняют проводом ПЭВ-2 1,0. Волновое сопротивление линии для WT1 — 70 Ом, для WT2 — 25 Ом. Построенный ТДЛ имел КПД 97 %, коэффициент асимметрии — не менее 250.

Перед эксплуатацией ТДЛ следует принять меры по защите их от неблагоприятных климатических воздействий. Для этого трансформаторы обматывают фторопластовой лентой, помещают в коробку и, если есть возможность, заливают компаундом КЛТ.

В. ЗАХАРОВ (UA3FU),
член Перовского СТК ДОСААФ
г. Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. **Веньковский З., Липинский Э.** Любительские антенны коротких и ультракоротких волн.— М.: Радио и связь, 1983.
2. **Ротхаммель К.** Антенны.— М.: Энергия, 1979.
3. **Захаров В.** Трехдиапазонная трехэлементная антенна волновой канал.— Радио, 1970, № 4.
4. **Лондон С. Е., Томашевич С. В.**— Справочник по высокочастотным трансформаторным устройствам.— М.: Радио и связь, 1984.
5. **Михайлова М. и др.** Магнитомягкие ферриты для радиоэлектронной аппаратуры.— М.: Радио и связь, 1983.

Низкоскоростной цифровой радиоинтерфейс

Алексей БУЦКИХ, г. Томск

Предлагаемый читателям радиоинтерфейс был разработан для передачи центральному контроллеру системы сбора данных информации от установленных в устьях скважин датчиков давления. Он пригодится для беспроводной передачи и другой цифровой информации на небольшое расстояние. Особенно там, где скорость передачи некритична. Приемник и передатчик собраны из доступных деталей и просты в налаживании. Напоминаем, на использование этого устройства должно быть получено разрешение местного РЧЦ.

При разработке приемника и передатчика этой системы было решено не применять в них самодельные катушки индуктивности и дроссели. Дело в том, что при изготовлении небольшого числа подобных изделий возникают проблемы с приобретением медного провода, тем более посеребренного. Его продают только большими бухтами. Купить несколько метров практически невозможно. А вот катушки индуктивности промышленного изготовления сегодня доступны и ненамного дороже обычных резисторов.

Схема передатчика цифровой информации изображена на **рис. 1**. Он состоит из задающего генератора на транзисторе VT1 (варикапы VD2, VD3 служат для частотной модуляции) и усилителя мощности на транзисторе VT2. Высокочастотные транзисторы BF199 при необходимости можно заменить любыми другими структуры n-p-n с граничной частотой усиления не менее 200 МГц, в том числе серии КТ315. Катушки индуктивности L1 и L2 — серии CECL или EC24 номиналов, указанных на схеме. Постоянные конденсаторы — керамические К10-17, подстроечный — КТ4-23. Резисторы — МЛТ или С2-23.

Передатчик имеет два цифровых информационных входа, сигналы с которых поступают на варикапы через инверторы микросхемы DD1 и резисторы R3, R4. Благодаря питанию микросхемы DD1 напряжением 3,6 В и наличию ограничивающих ток резисторов R1 и R2 на цифровые входы передатчика можно непосредственно подавать сигналы от логических элементов, питаемых напряжением как 5 В, так и 3,3 В.

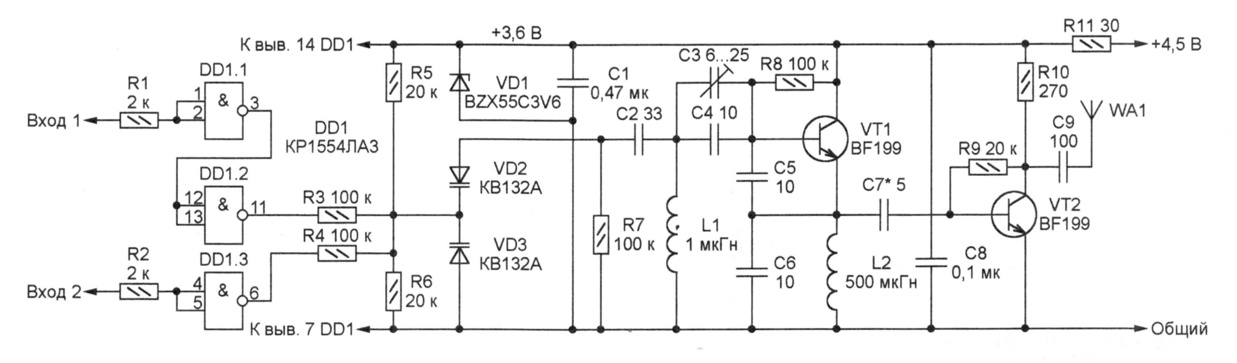
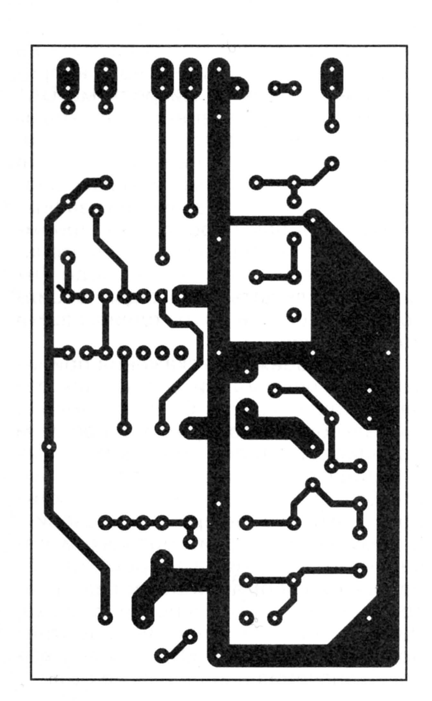


Рис. 1

Резисторами R5 и R6 задана рабочая точка варикапов. Если логические уровни на обоих входах одинаковы, частота передатчика имеет некоторое среднее значение. При высоком уровне на входе 1 и низком на входе 2 напряжение, приложенное к варикапам, больше, их емкость меньше, что увеличивает генерируемую частоту. Обратная комбинация (низкий уровень на входе 1, высокий — на входе 2) уменьшает частоту.

Печатная плата передатчика изображена на **рис. 2**. Она двусторонняя, но печатных проводников на стороне установки деталей немного и при необходимости их можно заменить проволочными перемычками. Штриховыми линиями обозначены экранирующие перегородки из металлической, например, латунной полосы толщиной 0,3...0,8 мм и шириной 15...20 мм. Через предусмотренные в плате отверстия перегородки соединены с общим проводом передатчика.

Плата помещена в металлический корпус, причем торцы экранирующих перегородок по всей ширине должны



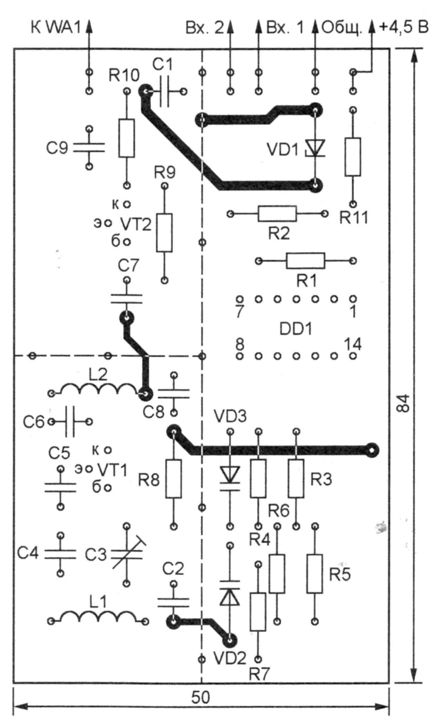


Рис. 2

иметь надежный контакт с корпусом. Лучше всего их к нему припаять. На верхней, согласно рис. 2, боковой стенке корпуса устанавливают гнездо для подключения антенны WA1 и четырехконтактный разъем для подачи питания и входных сигналов. Над конденсатором C3 в корпусе сверлят отверстие для настройки передатчика. Вращать ротор конденсатора следует отверткой из диэлектрического материала.

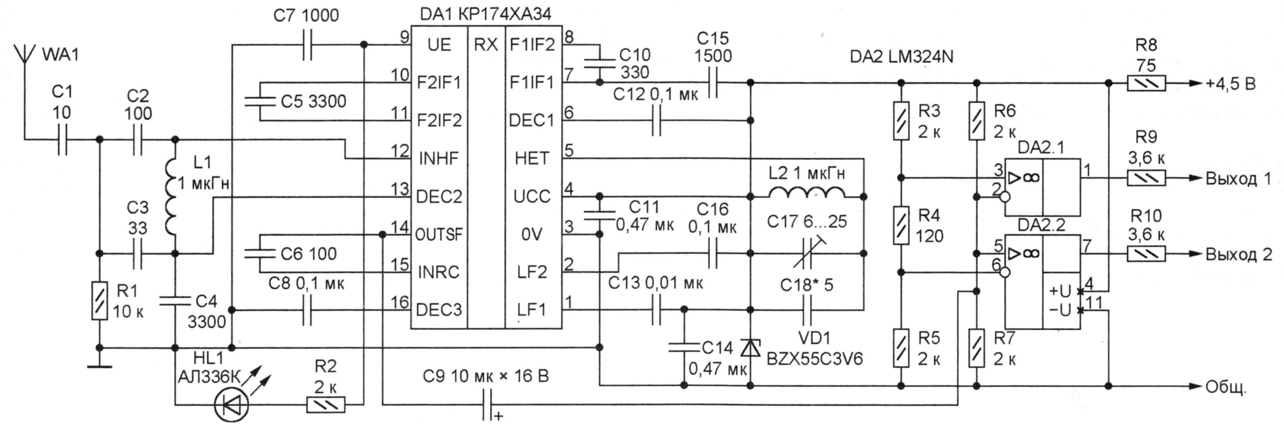


Рис. 3

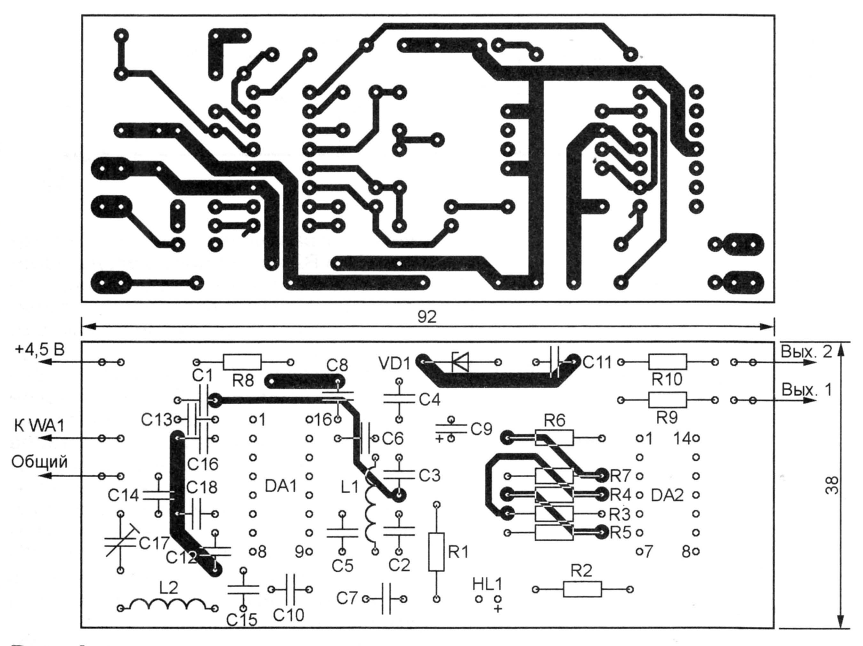


Рис. 4

Схема приемника показана на **рис. 3**. Катушки индуктивности, конденсаторы (за исключением оксидного C9) и резисторы в нем тех же типов, что и в передатчике. Микросхема ЧМ приемника КР174ХА34 включена по типовой схеме. Сигнал с ее выхода поступает на двухпороговый компаратор, собранный на двух из четырех ОУ микросхемы LM324N. Остальные два ОУ не используются. Светодиод HL1 включен при наличии принимаемого сигнала и выключен в его отсутствие.

Пока частота сигнала равна номинальной (модуляции нет), напряжение на выходе (выводе 14) приемника DA1 остается постоянным. Режим ОУ задан резисторами R3—R7 так, что логические уровни на обоих выходах в этой ситуации низкие. Каждый положительный импульс демодулированной последовательности (он соответствует повышенной частоте принятого сигнала) вызывает переход ОУ DA2.1 в состояние с высоким уровнем на выходе. Отрицательный импульс аналогичным образом изменяет состояние ОУ DA2.2. Следовательно, сигналы на выходах 1 и 2 приемника повторяют поданные на входы 1 и 2 передатчика.

Приемник собран на плате, показанной на **рис. 4**. Его конструкция аналогична передатчику, но экранирующие перегородки отсутствуют. При замене микросхемы LM324 функциональным аналогом КР1401УД2 следует иметь в виду, что они различаются назначением выводов питания. В отличие от первой питание на вторую подают "наоборот": плюсом — на вывод 11 и минусом — на вывод 4. К счастью, назначение других выводов микросхемы КР1402УД2 таково, что проблема легко решается ее установкой на плату, повернутой на 180° так, чтобы вывод 1 попал в отверстие, предназначенное для вывода 8. Прочие аналоги микросхемы LM324N, например КР1435УД2, этой особенности не имеют, их цоколевки совпадают полностью.

Первым настраивают на рабочую частоту передатчик. Для этого к его антенному гнезду следует подключить частотомер. При указанных на схеме номиналах элементов задающего генератора частота может находиться в пределах 26...35 МГц. Затем, подключив к приемнику и передатчику антенны, настраивают подстроечным конденсатором C17 (см. рис. 3) на ту же частоту приемник. Критерием правильной настройки может служить не только качество приема, но и напряжение на выводе 14 микросхемы DA1 приемника, измеренное высокоомным вольтметром постоянного тока. При точной настройке оно должно быть равно полусумме максимального и минимального значений, зафиксированных при перестройке приемника. Положительные и отрицательные импульсы на этом выводе (их можно наблюдать с помощью осциллографа) должны быть одинаковыми по амплитуде.

Чтобы избежать искажения принимаемой информации вследствие зарядки конденсатора C9 в приемнике, сигнал должен содержать в среднем одинаковое число положительных и отрицательных импульсов. Это было обеспечено передачей после каждого байта его инверсного значения. К тому же сравнение прямого и инверсного значений в устройстве обработки информации позволило контролировать правильности приема. Радиоинтерфейс надежно работает при скорости до 10 кБод. Более высокие значения проверены не были.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Награды...

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

Журнал "Радио"
за информационную поддержк
и активное участие

5 ЛЕТ РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПЕЧАТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕ

ПРЕССА-200

печать, телевидение, радио & интер

ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

УЧАСТНИК

190 ЛЕТ

Внутренняя стража

Внутренние

МВД РОССИИ

СЛУЖУ ОТ

ГРАМОТА

НАГРАЖДАЕТСЯ

коллектив редакции жур
«Радио» за большой вкла
дело воспитания и
профессиональной подгот
личного состава отдельн
батальона связи в/ч 3128 О
им Дзержинского в честь
летия внутренних войск

Командир войсковой части 3128
подполковник Л.О. Бобров



ГРАМОТА

НАГРАЖДАЕТСЯ

коллектив
журнала «Радио»

За оказание помощи в совершенствовании профессионального мастерства и активное участие в военно-патриотическом воспитании военнослужащих отдельного батальона связи ВВ МВД России.

28 декабря 2005 г.

Командир войсковой части 3128
подполковник

Л.О. Бобров



Оргкомитет
Международной конференции
радиолюбителей-путешественников,
посвященной 10-летию клуба
"РУССКИЙ РОБИНЗОН"

награждает

Журнал "РАДИО"
Москва



Ростовский Троице-Сергиев Варницкий монастырь

152120, Ярославская область, г. Ростов Великий, п.Варницы, Троице-Сергиев Варницкий монастырь; тел./факс: (08536) 9-21-95;
ИНН 7609011562, р/с 40703810638000110025 в Сбербанке России, г. Москва, БИК 044525225, к/с 30101810400000000225

Главному редактору
журнала «РАДИО»
Крылову Ю.И.

Глубокоуважаемый Юрий Игнатьевич!

Пожертвование Ваше, через банк посланное, мы получили. Сердечно благодарим за помощь.

Братия нашей святой обители молится за Вас. Да подаст Вам Господь здравие и благополучие, а в Ваших трудах Свое благословение и успех.

Приглашаем Вас посетить наш монастырь, принять участие в богослужении и приобщиться к его святыням.

Напишите нам, пожалуйста, письмом имена Ваших родных и близких. Мы будем молиться о их здравии и спасении. Просим Вас и в дальнейшем помогать нам в восстановлении нашей обители.

Да хранит Вас Бог !

Тр
Вар

ДИПЛОМ

№ 575

ВСЕРОССИЙСКИЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ
ЦЕНТР



ChipEXPO-2005

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

Журнал «Радио»

3-й международной выставке ChipEXPO-2005

РОССИЯ, МОСКВА, ЭКСПОЦЕНТР
18-20 ОКТЯБРЯ

ДИПЛОМ

присужден

Журналу Радио

за участие в выставке «ИННОВАЦИИ ВОКРУГ НАС»

М. Х. Мусаев



ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

Редакционный коллектив
журнала
«Радио»

За большой вклад в развитие
отечественной отраслевой журналистики и

ЕРТИФИКАТ

удостоверяет, что

ЗАО "Журнал Радио"

является участником программы
"КНИЖКИ В ПОДАРОК"
2006-2007 г.г.

Председатель





Оргкомитет первой Московской специализированной выставки
"Системы и средства телекоммуникаций"
"Телеком Москва-97"

НАГРАЖДАЕТ

Журнал "РАДИО"

За участие в выставке и успехи в области развития и производства телекоммуникаций и средств связи

